



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

CARRERA DE ARQUITECTURA

“INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

ARQUITECTO

AUTOR:

JIMMY ALEXANDER AGUILERA MEDINA

TUTOR:

ARQ. MAX ORTEGA

DIRECTORA ACADÉMICA:

ARQ. ROSA ORTEGA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2016

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO: “INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.

AUTOR/ES:

Aguilera Medina Jimmy Alexander

TUTOR:

Arq. Max Ortega.

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil

FACULTAD: ARQUITECTURA Y
URBANISMO

CARRERA: Arquitectura y Urbanismo

FECHA DE PUBLICACIÓN: 2017

N° DE PÁGS.: 163

ÁREA TEMÁTICA: Construcción

PALABRAS CLAVES: CONFORT TÉRMICO, MATERIALES ENVOLVENTES, COSTO.

RESUMEN: Esta tesis de investigación, es realizar un estudio dando como resultado cuáles son los mejores materiales para construir una envolvente aplicándolos en un prototipo de edificación unifamiliar que permitan mejorar el confort térmico, y a la vez estos materiales, reduzcan el costo de la construcción comparados con una edificación unifamiliar de hormigón armado.

N° DE REGISTRO(en base de datos):

N° DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF

SI NO

CONTACTO CON AUTOR:

Teléfono: 0988226530 **E-mail:** alexanderaguileramedinagmail.com

CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN

Nombre: Arq. Max Ortega.

Teléfono:

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, “INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”., elaborado por el Sr. Jimmy Alexander Aguilera Medina, egresado de la Carrera de Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Arquitecto, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,



FIRMA DEL TUTOR.

CERTIFICADO DEL URKUND



Universidad de Guayaquil

FACULTAD ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA/CARRERA ARQUITECTURA UNIDAD DE TITULACIÓN

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado ARQ. MAX ORETGA B, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por, JIMMY ALEXANDER AGUILERA MEDINA CON C.I. 093033018-8 con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de ARQUITECTO.

Se informa que el trabajo de titulación: "INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016", ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (indicar el nombre del programa antiplagio empleado) quedando el 6% de coincidencia.

Documento	Lista de fuentes
Presentado por: jimmyalexanderaguilera@gmail.com	Lista de fuentes
Resúmenes	Categoría
Fecha	Descripción de archivo
Resumen	URL
Fecha	URL
Resumen	URL
Fecha	URL
Resumen	URL
Fecha	URL
Resumen	URL
Fecha	URL
Resumen	URL
Fecha	URL

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN 1.1 TEMA "INVESTIGACIONE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCION DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016". 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA de actualidad y desde sus raíces la Ciudad de Guayaquil de no contar con un clima tropical promedio. Asimismo en ella, como temperaturas que van desde 24°C. 30°C. 35°C. 40°C. esta condición genera temperaturas elevadas dentro de edificaciones unifamiliares, construidas con materiales tradicionales. En la ciudad de Guayaquil existen edificaciones unifamiliares es por ello por razones de construcción que no poseen un confort térmico, en la mayoría de los casos esto se debe a la falta de aplicación de materiales adecuados, para la construcción de una vivienda que genere confort térmico en las edificaciones unifamiliares. Desde Guayaquil una de las ciudades más antiguas del país, incluso cuenta con una planificación territorial, a esto se le suma que por diferentes motivos, hasta la actualidad existen edificaciones unifamiliares que han sido construidas con alguna planificación arquitectónica y de confort térmico. El estudio de los materiales de construcción de los muros, genera un análisis de los materiales que se utilizarán para la construcción de una vivienda que genere confort térmico en las edificaciones unifamiliares. En estas situaciones se busca por recursos más como: aislamiento, ventilación, seriales de nivel de una gran cantidad de energía y elevados costos, para obtener confort en las edificaciones unifamiliares. En el momento de diseñar y construir edificaciones unifamiliares se busca crear espacios de habitabilidad que permitan confort y brinde la protección del clima exterior con un ambiente confortable para las personas que habitan en ella.

<https://secure.orkund.com/view/29410796-993565-384398#FcMxDoAgDAXQuzD/GFoopVzF0BiihkEWRuPdxZe8x93DIZU8geJf5JqRkCmYCcawAIsWGSwYwvIGN9rV29q3uvhnl8EwmqhqEOGp6Pw==>

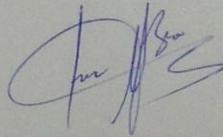
FIRMA DOCENTE TUTOR
C.I. 09405106845

CERTIFICADO DEL GRAMATOLOGA

Quien suscribe el presente certificado se permite informar que después de haber leído y revisado gramaticalmente el contenido del proyecto de titulación de **JIMMY ALEXANDER AGUILERA MEDINA**, previo a la obtención del título de **ARQUITECTO**, cuyo tema es: **“INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”**.

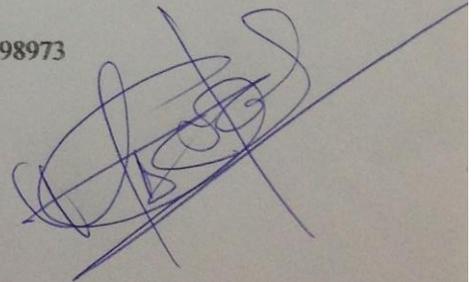
Certifico que es un trabajo de acuerdo a las normas morfológicas, sintácticas y simétricas vigentes.

Atentamente,



Mgs. Ana María Bravo Zambrano
C.I. 0908133119

Nº de Registro: 1006-13-86032340
Nº telefónico fijo y celular: 042632470 - 0990298973
Correo: anamariabrazov@hotmail.com



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, previo a la obtención del Título de arquitecto va dedicado a mis padres, Jimmy Aguilera y Alexandra Medina, a mi abuela Gladys Medina, y mi hermana, Melany Aguilera por el apoyo que he tenido de ellos en todo momento de mi carrera.

Una dedicatoria especial a dos personas que se han hecho parte de mi vida; a la Srta. Solange Guartatanga y la Sra. Rosa Navarro por su apoyo incondicional en todo este tiempo, parte de mi esfuerzo en culminar la carrera se lo dedico a ellas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, al personal de servicios y docentes desde los primeros semestres que formaron mi profesión, quiero dar un agradecimiento especial a docentes que formaron parte de la culminación de mi carrera y se dieron tiempo para poder ayudarme a resolver cualquier inquietud, a mi tutor el Arq. Max Ortega que estuvo pendiente desde el inicio hasta la finalización de esta tesis, a la Arq. Rommy Torres y Arq. Víctor Rodríguez por el tiempo y disposición que me brindó para el avance y mejoras de la tesis.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Por medio de la presente certifico que los contenidos desarrollados en esta tesis son de absoluta responsabilidad de JIMMY ALEXANDER AGUILERA MEDINA cuyo tema es **“INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”**.

Derechos a los que renuncio a favor de la Universidad de Guayaquil para que haga uso como bien tenga.

TRIBUNAL DE GRADO

Arq.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Arq.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Arq.

MIEMBRO DEL TRIBUNA



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

CARRERA DE ARQUITECTURA

**“INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN
DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT
TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.**

Autor: Jimmy Alexander Aguilera Medina

Tutor: Arq. Max Ortega.

Resumen:

Esta tesis de investigación, es realizar un estudio dando como resultado cuáles son los mejores materiales para construir una envolvente aplicándolos en un prototipo de edificación unifamiliar que permitan mejorar el confort térmico, y a la vez estos materiales, reduzcan el costo de la construcción comparados con una edificación unifamiliar de hormigón armado.

Palabra clave: Confort térmico, materiales de construcción, costo.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

CARRERA DE ARQUITECTURA

**“INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN
DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT
TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.**

Autor: Jimmy Alexander Aguilera Medina

Tutor: Arq. Max Ortega.

Summary:

This thesis of research, is to carry out a study resulting in what are the best materials to construct an envelope applying them in a prototype of a single-family building that allow to improve the thermal comfort, and at the same time these materials, reduce the cost of the construction compared to a Single-family building of reinforced concrete.

Key word: Thermal comfort, building materials, cost.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO	2
1.2.2 DELIMITACIÓN DEL ESPACIO	2
1.2.3 DELIMITACIÓN DEL CONTEXTO	3
1.2.4 PREGUNTAS CIENTÍFICAS	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1 GENERAL.....	5
1.4.2 ESPECÍFICOS.....	5
1.5 PERTINENCIA DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.6 PREGUNTAS CIENTÍFICAS	6
1.6.1 VARIABLES	6
1.6.2 OPERACIONES DE LAS VARIABLES	7
1.7 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	8
CAPÍTULO II	8
2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	8

2.1 DEMARCACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.4 UNIDAD DE ANÁLISIS.....	9
2.5 MUESTRA.....	10
2.5.1 MI LOTE	10
2.5.2 MI LOTE 2	11
2.5.3 MUCHO LOTE 2	12
2.5.4 MUCHO LOTE	13
2.5.5 SOCIO VIVIENDA.....	14
2.5.6 SOCIO VIVIENDA 2.....	15
2.5.7 VILLA HERMOSA.....	16
2.5.8 VILLA ITALIA	17
2.6 TIPO DE INSTRUMENTO	18
2.7 DISEÑO DEL INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS	19
2.7.1 FORMATO DE FICHA.....	19
2.7.2 CUADRO DE COMPARACIÓN.....	20
2.8 ANÁLISIS.....	21
2.8.1 CIMENTACIÓN	21
2.8.2 PAREDES.....	21
2.8.3 CUBIERTAS.....	22
2.8.4 VENTANAS	22

2.8.5 PUERTAS.....	23
2.8.6 TUMBADO	23
2.9 DIAGRAMAS.....	24
2.10 RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	25
CAPÍTULO III.....	26
3. MARCO DE REFERENCIA	26
3.1 ESTADO DEL ARTE	26
3.2 MARCO TEÓRICO	27
3.2.1 Marco Conceptual.....	27
3.3 MATERIALES SUSTENTABLES.....	29
3.4 MATERIALES TERMOAISLANTES	30
3.5 CONFOR TÉRMICO	30
3.5.1 Definición	30
3.5.2 Resistencia térmica.	33
3.6 PARÁMETROS AMBIENTALES DE CONFORT térmico	34
3.6.1. Temperaturas del aire.....	35
3.6.2 humedad relativa.....	36
3.6.3 velocidades del aire.....	36
3.6.4 temperatura radiante	38
3.6.5 TASA metabólica	39
3.6.6 Ropa (Clo).....	40
3.7 MÉTODOS NATURALES DE CALOR	41

3.7.1 Radiación	41
3.7.2 Convección	42
3.7.3 Conducción	42
3.7.4 Evaporacion	43
3.8 ANÁLISIS DEL CLIMA DE GUAYAQUIL.....	43
3.8.1 Temperatura del aire	43
3.8.2 Humedad Relativa.....	44
3.8.3 Precipitación	44
3.8.4 Heliofania.....	45
3.8.5 Nubosidad	46
3.8.6 Velocidad media y frecuencia de los vientos.....	46
3.9 MATERIALES.....	47
3.9.1. Bambú.....	47
3.9.2. EFTE - Etileno Tetra Fluoro Etileno	47
3.9.3. Madera	48
3.9.4. Ecoblok.....	48
3.9.5 Espuma de poliestireno expandido (EPX)	48
3.9.6 Ladrillos PET	48
3.9.7 Corcho.....	49
3.9.8 Caucho	49
3.9.9 Bloque de cemento & madera.....	49
3.9.10 Poliuretano.....	49

CAPÍTULO IV	50
4. RECOPIACIÓN DE DATOS.....	50
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SELECCIONADOS	50
4.1 BAMBÚ	50
4.1.1 ORIGEN.....	50
4.1.2 COMPOSICIÓN.....	51
4.1.3 CLASIFICACIÓN.....	52
4.1.4 PROPIEDADES	52
4.1.5 APLICACIÓN	54
4.1.6 PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR.....	64
4.2 MADERA.....	66
4.2.1 origen	66
4.2.2 COMPOSICIÓN.....	68
4.2.3 CLASIFICACIÓN.....	69
4.2.4 PROPIEDADES	71
4.2.5 APLICACIÓN	74
4.2.6 PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR.....	76
4.3 ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	79
4.3.1 ORIGEN	79
4.3.2 COMPOSICIÓN	80
4.3.3 CLASIFICACIÓN.....	83
4.3.4 PROPIEDADES	84

4.3.5 APLICACIÓN	87
4.3.6 PRODUCCIÓN EN ECUADOR.....	92
4.4 CORCHO	93
4.4.1. ORIGEN	93
4.4.2 COMPOSICIÓN.....	94
4.4.3 CLASIFICACIÓN.....	94
4.4.4 PROPIEDADES	95
4.4.5 APLICACIÓN	97
4.4.6 PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR.....	97
4.5 CAUCHO	98
4.5.1 ORIGEN.....	98
4.5.2 COMPOSICIÓN.....	99
4.5.3 CLASIFICACIÓN	99
4.5.4 PROPIEDADES.....	101
4.5.5 APLICACIÓN.....	104
4.5.6 PRODUCCIÓN EN EL PAÍS.....	106
4.6 ESPUMA POLIURETANO	109
4.6.1 ORIGEN	109
4.6.2 COMPOSICIÓN.....	110
4.6.3 CLASIFICACIÓN	110
4.6.4 PROPIEDADES.....	112
4.6.5 APLICACIÓN.....	114

4.6.6	PRODUCCIÓN EN EL PAÍS.....	116
CAPÍTULO V.....		117
5.	CONCEPTO Y CUADRO DE COMPARACIÓN.....	117
5.1	CONCEPTOS.....	117
5.1.1	DENSIDAD.....	117
5.1.2	CONTENIDO EN AGUA.....	117
5.1.3	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.....	118
5.1.4	CALOR ESPECÍFICO.....	118
5.1.5	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	118
5.1.6	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	118
5.1.7	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	118
5.1.8	MÓDULO ELÁSTICO.....	119
5.1.9	TEXTURA.....	119
5.1.10	COLOR.....	119
5.2	CUADRO DE COMPARACIÓN.....	120
5.3	ANÁLISIS DEL RESULTADO.....	121
5.3.1	RESULTADOS.....	125
CAPÍTULO VI.....		127
6.	MARCO CONTEXTUAL.....	127
6.1	ANTECEDENTE.....	127
6.2	MEDIO SOCIAL.....	127
6.2.1	Aspectos Demográficos.....	127

6.2.2 ESTRATO SOCIOECONÓMICO	128
6.2.3 PROMEDIO DE PERSONAS POR HOGAR.....	130
6.3 MEDIO FÍSICO	131
6.3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	132
6.3.2. DIMENSIONES DEL TERRENO Y COLINDANCIAS	132
6.3.3 TERRENO.....	133
6.3.4 ACCESIBILIDAD.....	134
6.3.5 ORIENTACIÓN	135
6.3.6 FOTOS DEL SITIO.....	137
6.3.7. VEGETACIÓN.....	137
6.3.8 INFRAESTRUCTURA	138
6.4 MEDIO REFERENCIAL.....	139
6.4.1 EKI HOUSE	139
6.4.2 CASA PI	142
6.4.3 MED in Italy” house	143
6.4.4 ODOO PROJECT	145
6.5 MEDIO LEGAL.....	146
6.5.1 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC 11	146
6.5.2 INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGÍA E HIDROLOGÍA ..	146
6.5.3 NORMA ISO 7730	146
6.5.4 INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN	146
6.5.5 BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL	146

CAPÍTULO VII	147
7. APLICACIÓN DEL MATERIAL EN UNA EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR .	147
7.1 PLANOS.....	147
7.1.1 PLANTA ARQUITECTÓNICA	147
7.1.2 FACHADAS	148
7.1.3 CORTES	149
7.1.4 VOLúMENES.....	150
7.2 PLANOS CON LAS ENVOLVENTES.....	152
7.2.1 PLANTA ARQUITECTÓNICA	152
7.2.2 FACHADAS	152
7.2.3 CORTES	154
7.2.4 VOLUMETRIA	155
CAPÍTULO VIII	157
8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES generales.....	157
8.1 RECOMENDACIONES	157
8.2 CONCLUSIONES GENERALES.	158
9. BIBLIOGRAFÍA.....	159

INDICE DE GRAFICO

Gráfico 1 Ubicación de Guayaquil.....	2
Gráfico 2 Plan habitacional Mi lote	10
Gráfico 3 Mi lote II	11
Gráfico 4 Mucho lote 2	12
Gráfico 5 Socio vivienda.....	14
Gráfico 6 Socio vivienda 2.....	15
Gráfico 7 Villa hermosa	16
Gráfico 8 Villa Italia	17
Gráfico 9 Cimentación	21
Gráfico 10. Paredes	21
Gráfico 11 Cubierta.....	22
Gráfico 12 Ventanas.....	22
Gráfico 13 Puertas.....	23
Gráfico 14 Tumbado	23
Gráfico 15 gráfico de comparación.....	24
Gráfico 16 Confort térmico.....	31
Gráfico 17 Índice de confort térmico	32
Gráfico 18 Sensación térmica	32
Gráfico 19 - Flujo de calor de un elemento.....	33
Gráfico 20 Variables de confort térmico.....	34
Gráfico 21 Temperatura del aire	35
Gráfico 22 Temperatura del aire y la humedad relativa.....	36
Gráfico 23 Temperatura del aire y velocidad del aire.....	37
Gráfico 24 Temperatura del aire y temperatura de superficies	38

Gráfico 25 Metabolismo	40
Gráfico 26 Ropa	41
Gráfico 27 Radiación	41
Gráfico 28 Convección	42
Gráfico 29 Conducción	42
Gráfico 30 Evaporación	43
Gráfico 31 Vigas 1	55
Gráfico 32 Vigas 2	56
Gráfico 33. Entre piso 1	57
Gráfico 34 Entre piso 2	57
Gráfico 35 Caso 1.....	59
Gráfico 36 Caso 2.....	59
Gráfico 37 Con varilla de acero anclada	60
Gráfico 38 Con varilla de acero roscada	61
Gráfico 39 Muros con soleras de Bambú	62
Gráfico 40 Unión entre muros.....	62
Gráfico 41 Corte recto.....	63
Gráfico 42 Corte A bisel	63
Gráfico 43 Corte boca de pescado	64
Gráfico 44 Corte pico de flauta.....	64
Gráfico 45 Composición de la madera.....	68
Gráfico 46 Protección de la humedad del suelo en una losa o piso	74
Gráfico 47 Protección de la humedad del suelo en una placa o losa de cimentación	75
Gráfico 48 Protección de la humedad en columnas en contacto con el piso	75
Gráfico 49 Industria maderera ecuatoriana y procesos	76

Gráfico 50 Sección del EPS	79
Gráfico 51 Obtención polímero expandible	80
Gráfico 52 Obtención estireno	81
Gráfico 53 Cimentación en carretera	88
Gráfico 54 Ampliación de Carreteras	88
Gráfico 55 Protección frente a heladas	89
Gráfico 56 Protección de vibraciones	89
Gráfico 57. Losa con bloques.....	90
Gráfico 58. Planchas de EPS.....	91
Gráfico 59 Sangramiento del árbol.	98
Gráfico 60 Barrera de hormigón	104
Gráfico 61 Fachadas.....	104
Gráfico 62. Parque de Cuenca.....	105
Gráfico 63 Parque de Cuenca 2.....	105
Gráfico 64 Techo de caucho	106
Gráfico 65 Aplicación de la espuma en los años 70	109
Gráfico 66 Proceso de despumación de poliuretano	110
Gráfico 67. Poliuretano proyectado	111
Gráfico 68 Poliuretano Inyectado	111
Gráfico 69 Poliuretano casa.	112
Gráfico 70 Plancha de poliuretano.....	116
Gráfico 71 Paneles de poliuretano	117
Gráfico 72 Densidad	121
Gráfico 73 Contenido en Agua	121
Gráfico 74 Conductividad térmica	122

Gráfico 75 Calor Específico.....	122
Gráfico 76 Resistencia a la Flexión	123
Gráfico 77 Resistencia a la Compresión	123
Gráfico 78 Resistencia a la Tracción	124
Gráfico 79 Módulo Elástico.....	124
Gráfico 80. Resultado de encuesta.....	128
Gráfico 81 Ubicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo	132
Gráfico 82 Ubicación del proyecto	133
Gráfico 83 Terreno.....	133
Gráfico 84 Accesibilidad al sitio.....	134
Gráfico 85 Acceso al sitio 1	134
Gráfico 86 Acceso al sitio 2.....	135
Gráfico 87 Orientación del proyecto.....	135
Gráfico 88 Asoleamiento anual.....	136
Gráfico 89 Foto 1	137
Gráfico 90 Foto 2	137
Gráfico 91 Vegetación del terreno	138
Gráfico 92 Infraestructuras del terreno	138
Gráfico 93 EKI HOUSE.....	139
Gráfico 94. Características de la vivienda.....	140
Gráfico 95. Casa PI	142
Gráfico 96. Forma	143
Gráfico 97. MED in Italy	144
Gráfico 98. MED Fachada.	145

INDICE DE TABLA

Tabla 1 Operaciones de las variables	7
Tabla 2 Cuadro de comparación	20
Tabla 3 Temperatura del Aire	43
Tabla 4 Humedad Relativa.....	44
Tabla 5 Precipitación.....	44
Tabla 6 Heliofania.....	45
Tabla 7 Nubosidad	46
Tabla 8. Velocidad media y Frecuencia de viento	46
Tabla 9 Resistencia a la tensión	53
Tabla 10 Resistencia a la compresión	53
Tabla 11 Resistencia a la flexión	53
Tabla 12. Propiedades Físicas	86
Tabla 13 Propiedades Químicas.....	87
Tabla 14 Propiedades constructivas	95
Tabla 15Propiedades térmicas.....	95
Tabla 16 Propiedades mecánicas	96
Tabla 17 Propiedades Térmicas	96
Tabla 18 Clasificación.....	100
Tabla 19 Clasificación de caucho sintético	101
Tabla 20 Formato	107
Tabla 21. Población en la ciudad de Guayaquil.....	127
Tabla 22 Análisis de proyección de total habitantes beneficiados en Guayaquil	129
Tabla 23 Promedio de personas por hogar.....	130
Tabla 24 Hogares por distintos números de personas	130

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA

“INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.

1.2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad y desde sus inicios la ciudad de Guayaquil se ha caracterizado por tener un clima tropical promedio durante todo el año, dando temperaturas que van desde 24°C. Mín. a 30°C. Máx., esta condicionante climática genera temperaturas inestables dentro de edificaciones unifamiliares, construidas con materiales tradicionales.

En la ciudad de Guayaquil existen edificaciones unifamiliares construidas con **materiales de construcción que no poseen propiedades térmicas**, en la mayoría de los casos esto se debe a la falta de aplicación de **materiales adecuados**, para la construcción de una envolvente que genere confort térmico en las edificaciones multifamiliares.

Siendo Guayaquil una de las ciudades más antiguas del país, ésta no cuenta con una planificación territorial, a esto se le suma que, por diferentes motivos, hasta la actualidad existen edificaciones multifamiliares que han sido construidas sin ninguna **planificación arquitectónica previa y de confort térmico**.

El mal uso de los materiales o la mala aplicación de los mismos, generan en las edificaciones una temperatura elevada lo cual se debe tratar de evitar con un estudio de materiales a utilizar en las envolventes de edificaciones multifamiliares. En varias situaciones **se ha optado por**

recursos mecánicos (aires acondicionadores, ventiladores, centrales de aire) de una gran cantidad de energía y elevados costos, para obtener confort en los espacios dentro de una edificación multifamiliar.

En el momento de diseñar y construir edificaciones unifamiliares se visualiza crear espacios de habitabilidad que alcancen el confort y brinde la protección del clima exterior con un ambiente confortable para las personas que habitan en ella.

1.2.1 DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO

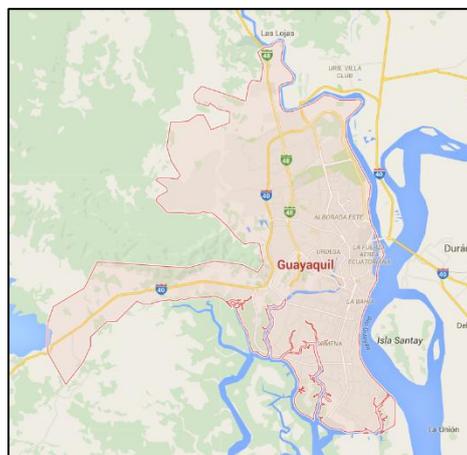
El proyecto de investigación tiene como contenido, el analizar las distintas características de los materiales usados en la construcción de envolventes para las edificaciones unifamiliares en la ciudad de Guayaquil, dando como resultado un cuadro de comparación de los mejores materiales para la envolvente y aplicándolos en un prototipo de edificación para el confort térmico.

1.2.2 DELIMITACIÓN DEL ESPACIO

Ubicación satelital de la ciudad de Guayaquil.

Población de la ciudad 2.350.915 millones de habitantes. (Censos, 2010)

Grafico 1 Ubicación de Guayaquil



Fuente: www.google.maps

LATITUD 02° 10' S

LONGITUD 79° 54' O

LÍMITES

NORTE: Lomas de Sargentillo, Nobol, Daule, y Samborondón

SUR: Golfo de Guayaquil y de la provincia de El Oro y del Azuay.

ESTE: Durán, Naranjal y Balao.

OESTE: Provincia de Santa Elena y el cantón General Villamil

1.2.3 DELIMITACIÓN DEL CONTEXTO

El presente estudio de materiales envolventes es para mejorar la eficiencia energética en las edificaciones unifamiliares en la ciudad de Guayaquil o en planes habitaciones construidos por entidades públicas o privadas.

En la investigación se deberá obtener fichas técnicas de los distintos materiales a estudiar, con el fin de analizar y comparar las distintas características térmicas, mecánicas, físicas, químicas y demás que conforme cada uno de los materiales.

Teniendo el respectivo estudio de los materiales se seleccionará los de características aptas para aplicar a un prototipo de vivienda multifamiliar y demostrar el impacto energético en 2 escenarios proyectados:

- Escenario 1 - 100% hormigón armado
- Escenario 2 - 100% material seleccionado

1.2.4 PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- ¿Qué materiales tienen las mejores propiedades al usarlos en construcción de edificaciones unifamiliar en la ciudad de Guayaquil?
- ¿Qué aplicación es la mejor en los materiales que generan confort térmico dentro de las edificaciones unifamiliares?
- ¿Cuál es el costo de construcción aproximado de una edificación unifamiliar de 4 personas?

1.3 JUSTIFICACIÓN

En las construcciones de edificaciones unifamiliares en la ciudad de Guayaquil, o en planes habitacionales implementados o construidos por entidades públicas o privadas, no se utilizan materiales que tengan propiedades térmicas y a las vez con la aplicación de estos materiales generen un confort térmico para las personas que habitan dentro de la edificaciones, sea por el costo, o materiales que no tengan estas especificaciones o la falta de investigaciones que indique los materiales más óptimos al momento de construir una envolvente para la vivienda, que genere confort térmico dentro de la edificaciones, se plantea realizar la “INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.

Por lo que el proyecto tiene relevancia en aporte a:

Sistemas Tecnológicos Constructivos (STC).

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 GENERAL

El objetivo de esta tesis de investigación, es realizar un estudio dando como resultado cuáles son los mejores materiales para construir una envolvente aplicándolos en un prototipo de edificación unifamiliar que permitan mejorar el confort térmico, y a la vez estos materiales, reduzcan el costo de la construcción comparados con una edificación unifamiliar de hormigón armado.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Especificar los mejores materiales que se usen en envolventes con mejores propiedades.
- Investigar la aplicación de los materiales de construcción que den confort térmico dentro de una edificación unifamiliar.
- Analizar el costo aproximado para construir una edificación unifamiliar en la ciudad de Guayaquil o en un plan habitacional.

1.5 PERTINENCIA DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta la propuesta de la LOES, Ley Orgánica de Educación Superior que primordialmente orienta a la educación superior que responda **a necesidades de la sociedad**.

Se plantea la investigación de materiales usados en la construcción de envolventes que generan confort térmico en edificaciones unifamiliares en la ciudad de Guayaquil.

Donde el tema tiene relevancia a **Sistemas Tecnológicos Constructivos (STC)**.

La línea de Investigación de la Facultad a la que pertenece tema es:

Sistemas Tecnológicos Constructivos (STC).

La creación del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) en el 2007.

En el 2012 nace el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable (INER).

Con el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza, el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, con el objetivo de asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.

1.6 PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- ¿Qué materiales tienen las mejores propiedades al usarlos en construcción de edificaciones unifamiliares en la ciudad de Guayaquil?
- ¿Qué aplicación es la mejor en los materiales que generan confort térmico dentro de las edificaciones unifamiliares?
- ¿Cuál es el costo aproximado de construcción de una edificación unifamiliar de 4 personas?

1.6.1 VARIABLES

- Mejores propiedades de materiales envolventes en construcción.
- Aplicación de los materiales que generen confort térmico.
- Costo de una edificación unifamiliar.

1.6.2 OPERACIONES DE LAS VARIABLES

Tabla 1 Operaciones de las variables

VARIABLES	TÉCNICA	CONCLUSIONES
Propiedades de Materiales que den confort térmico	Características Fichas técnicas Comparación	Con la comparación y estudio de los materiales damos a conocer cuáles son los que tienen mejor confort térmico
Aplicación de Materiales envolventes	Características Fichas técnicas	Damos a conocer qué materiales existen actualmente que sirvan como una envolvente en las edificaciones.
Costo de una edificación unifamiliar	Revistas, proyectos	Con este resultado sabemos cuál es el costo aproximado de una edificación unifamiliar, y se puede implementar un costo aproximado con los materiales seleccionados.

1.7 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de esta investigación es dar a conocer cuáles son los mejores materiales para construir una envolvente que genere confort térmico en edificaciones unifamiliares, aplicando el correcto uso del material de construcción, sea un sistema constructivo o un sistema de módulos recomendados dependiendo del material escogido por la investigación, sin generar desperdicios ni pérdidas de confortabilidad y energía, incluyendo el costo del material sea accesible para las personas e implementar que las autoridades pertinentes, esperando les sirva como una propuesta de iniciativa para las construcciones o planes habitaciones a futuro en Guayaquil o la costa del Ecuador.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 DEMARCACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio tiene un método científico - cualitativo.

El estudio se centra en implementar una envolvente con materiales de construcción que generen confort térmico en las edificaciones unifamiliares de la ciudad de Guayaquil, para esto, es necesario tener conocimiento sobre qué o cuáles son los materiales más óptimos para la aplicación de la envolvente en un prototipo de edificación unifamiliar.

2.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación cualitativa, Dimensiones filosóficas, Características: supuestos, revisión de la literatura, creencias, contextos de la recogida de datos, selección de participantes, saturación, análisis de datos, diseños.

Para la realización de la investigación de materiales, se consultaron, normas nacionales e internacionales, revistas de construcción, tesis de grados relacionados con el tema a investigar, portales web y sitios webs de arquitectura.

2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El método rector del desarrollo de la investigación es el Método científico, que maneja tres etapas, que son:

- 1.- Investigación
- 2.- Recolección y Procesamiento de Datos
- 3.- Conclusiones

Existen otros métodos de reflexión del pensamiento:

Inductivo

Deductivo

Análisis y Síntesis.

Las técnicas adoptadas son la Recolección de Datos, Observación, Encuesta y Muestreo.

2.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

Para analizar las edificaciones unifamiliares o planes habitaciones se toman en cuenta el costo de las edificaciones, el terreno, ubicación, accesibilidad al sitio, en los distintos proyectos implementados por identidades públicas o privadas en la ciudad de Guayaquil.

Con qué materiales están construidas las edificaciones, qué materiales se puede implementar para las construcciones de unas envolventes o piel en las edificaciones unifamiliares o planes habitacionales.

Los distintos materiales usados en la construcción de envolventes, se debe obtener las características, propiedades térmicas o fichas técnicas de esos materiales para realizar la comparación y aplicación en el prototipo de edificación unifamiliar.

2.5 MUESTRA

Se estudió algunos planes habitaciones en la ciudad de Guayaquil.

2.5.1 MI LOTE

Gráfico 2 Plan habitacional Mi lote



Fuente: <http://carloszambrano3a1.blogspot.com/p/programa-habitacional-mi-lote.html>

El lote promedio es de 96 metros² aproximados. Esta Primera Etapa consta de aproximadamente 6 mil lotes y está ubicada en el kilómetro 16 de la vía a Daule, próxima a la urbanización Beata Mercedes Molina y a la Cervecería Nacional. De acuerdo a la demanda, la Alcaldía de Guayaquil continuará desarrollando otras etapas de este plan habitacional.

Especificación Técnica	Standard
Mesón de cocina	Mesón de hormigón cubierto de porcelanato
Pintura Exterior	Elastomerica
Pintura Interior	Caucho
Piso	Epóxico
Puertas Exteriores	Metálica
Puertas Interiores	Madera
Estructura	Hormigón armado
Paredes	Hormigón armado
Recubrimiento de Paredes	Cerámica en duchas
Cerramiento	Laterales y posterior
Accesos	Hormigón simple

2.5.2 MI LOTE 2

Gráfico 3 Mi lote II



Fuente: <http://guayaquil.gob.ec/mi-lote-ii>

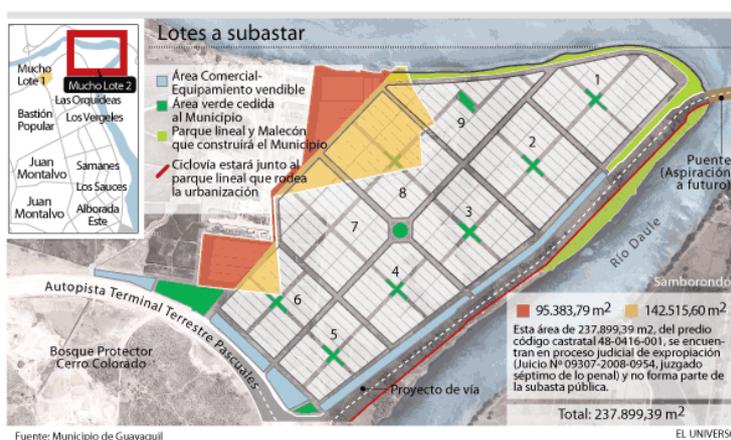
El plan habitacional Mi lote 2 comprenderá 10.000 nuevas soluciones habitaciones para las familias de Guayaquil.

Los lotes promedios y medianeros tendrán un aproximado de 96m² con todos los servicios básicos.

Especificación Técnica	Standard
Mesón de cocina	Mesón de hormigón cubierto de porcelanato
Pintura Exterior	Elastomerica
Pintura Interior	Caucho
Piso	Epóxico
Puertas Exteriores	Metálica
Puertas Interiores	Madera
Estructura	Hormigón armado
Paredes	Hormigón armado
Recubrimiento de Paredes	Cerámica en duchas
Cerramiento	Laterales y posterior
Accesos	Hormigón simple

2.5.3 MUCHO LOTE 2

Gráfico 4 Mucho lote 2



Mucho Lote 2, contarán con 14.000 casas distribuidas en doce etapas que tendrán entre 800 y 1.000 lotes del proyecto habitacional que estará ubicado en la avenida Narcisca de Jesús Martillo y Morán. Habrá dos tipos de solares: los medianeros de 6 x 13 metros que dan 78 m² y los esquineros de 7 x 13 metros cuadrados que da un total de 91 m². El Municipio de Guayaquil construirá un parque lineal, una ciclovia paralela, un malecón al pie del río Guayas y las respectivas vías de acceso.

Especificaciones Técnicas
Estructura con sistema de muros portantes fundidos
Paredes empastadas interior y exterior
Pintura exterior – fachada
Cubierta con planchas de cemento tipo eternit o similar
Tumbado de yeso nacional o tipo gypsum en planta alta y planta baja. Instalaciones eléctricas de 110 y 220v
Instalación de agua fría y caliente
Tuberías PVC
Piezas sanitarias: grifería económicas Edesa o similar, lavamanos con pedestal
Puerta principal y puerta posterior metálica con cerraduras, puertas de dormitorios y baños de madera MDF. •
Ventanas de aluminio y vidrio con malla anti mosquitos
Adosamiento lateral con paredes independientes
Viviendas antisísmicas

2.5.4 MUCHO LOTE

En el plan Mucho Lote 1, son terrenos aproximados de 72 m².

Con 15.000 solares en la primera etapa

Especificaciones Técnicas
Estructura con sistema de muros portantes fundidos
Paredes empastadas interior y exterior
Pintura exterior – fachada
Cubierta con planchas de cemento tipo eternit o similar
Tumbado de yeso nacional o tipo gypsum en planta alta y planta baja. Instalaciones eléctricas de 110 y 220v
Instalación de agua fría y caliente
Tuberías PVC
Piezas sanitarias: grifería económicas Edesa o similar, lavamanos con pedestal
Puerta principal y puerta posterior metálica con cerraduras, puertas de dormitorios y baños de madera MDF.
Ventanas de aluminio y vidrio con malla anti mosquitos
Adosamiento lateral con paredes independientes
Viviendas antisísmicas

2.5.5 SOCIO VIVIENDA

Gráfico 5 Socio vivienda



Fuente: MIDUVI

Socio vivienda Guayaquil se levantará frente al campus de la Escuela Politécnica a 1600 metros de la vía perimetral, por la Cooperativa Gallegos Lara y el Fortín.

Son aproximadamente 2570 lotes de este plan habitacional, Socio vivienda tendrán un lote de 91 metros cuadrados hasta 105 metros cuadrados de extensión.

Especificaciones Técnicas
Estructura con sistema de muros portantes fundidos
Paredes empastadas interior y exterior
Pintura exterior – fachada
Cubierta con planchas de cemento tipo eternit o similar
Tumbado de yeso nacional o tipo gypsum en planta alta y planta baja. Instalaciones eléctricas de 110 y 220v
Instalación de agua fría y caliente
Tuberías PVC
Piezas sanitarias: grifería económicas Edesa o similar, lavamanos con pedestal
Puerta principal y puerta posterior metálica con cerraduras, puertas de dormitorios y baños de madera MDF.
Ventanas de aluminio y vidrio con malla anti mosquitos
Adosamiento lateral con paredes independientes
Viviendas antisísmicas

2.5.6 SOCIO VIVIENDA 2

Gráfico 6 Socio vivienda 2



Fuente: MIDUVI

Ubicado en el Sector La Prosperina al noroeste de la ciudad de Guayaquil, aproximadamente a 1,6 km de la vía Perimetral (Km 26) junto a los terrenos de la ESPOL. El programa urbanístico y habitacional **Socio Vivienda 2** en la ciudad de Guayaquil está destinado a generar una oferta de vivienda mucho mayor de lotes con servicios básicos para atender cerca de 15.000 soluciones habitacionales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 39.71 m²
- Paredes portantes antisísmicas de hormigón armado de 8 centímetros.
- Contrapiso de hormigón armado de 8 centímetros.
- Cubierta metálica Tipo Teja “Kubiteja”.
- Instalaciones eléctricas empotradas.
- Instalaciones sanitarias empotradas.
- Puerta de ingreso metálica con cerradura económica.
- Puerta posterior metálica con picaporte.
- Puertas interiores tipo “Princesa” o similar (Laurel).

- Ventanas de aluminio y vidrio de 3mm.
- Revestimiento de piso: cerámica de 30×30 tipo “Gardenia”.
- Piezas de sanitarios de porcelana EDESA económico.
- Cable eléctrico tipo THN.

2.5.7 VILLA HERMOSA

Gráfico 7 Villa hermosa



Fuente: <http://villahermosa.ec/plan-maestro>

Villa hermosa está en la avenida conocida como El Enlace (vía al PAN), que es la que une a la vía Durán - Yaguachi, con la vía Durán-Boliche.

El plan habitacional cuenta con 10 etapas, y más de 8.000 viviendas en un terreno de 100m².

Especificación Técnica	Standard
Mesón de cocina	Mesón de hormigón cubierto de porcelanato
Pintura Exterior	Elastomerica
Pintura Interior	Caucho
Piso	Epóxico
Puertas Exteriores	Metálica
Puertas Interiores	Madera
Estructura	Hormigón armado
Paredes	Hormigón armado
Recubrimiento de Paredes	Cerámica en duchas
Cerramiento	Laterales y posterior
Accesos	Hormigón simple

2.5.8 VILLA ITALIA

Gráfico 8 Villa Italia



Fuente: <http://www.villaitalia.com.ec/plano-villa-italia.htm>

Villa Italia se encuentra en el KM 17 Av. León Febres Cordero (antes Vía Samborondón) La Aurora – Daule.

El plan habitacional cuenta con 11 urbanizaciones privadas con terrenos aproximados de 101,50 m².

Especificación Técnica	Standard
Mesón de cocina	Mesón de hormigón cubierto de porcelanato
Pintura Exterior	Elastomerica
Pintura Interior	Caucho
Piso	Epóxico
Puertas Exteriores	Metálica
Puertas Interiores	Madera
Estructura	Hormigón armado
Paredes	Hormigón armado
Recubrimiento de Paredes	Cerámica en duchas
Cerramiento	Laterales y posterior
Accesos	Hormigón simple

2.6 TIPO DE INSTRUMENTO

Se utilizará la entrevista a un porcentaje de personas en el área de estudio sobre el tema.

En la formulación de las preguntas debe de tenerse en cuenta que estas no sean ofensivas al entrevistado en términos de que no invadamos su privacidad, ni cuestione sus creencias o ideología, tratando de que el clima en que se realiza sea lo más amistoso posible para disminuir el riesgo de que las respuestas estén sesgadas (es decir que no corresponden a la verdad).

Ficha técnica para el proceso de los materiales envolventes.

Cuadro de comparación de materiales para especificar cuáles son las mejores características térmicas.

2.7 DISEÑO DEL INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS

2.7.1 FORMATO DE FICHA.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE ARQUITECTURA										
TESIS: INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016.										
FICHA PARA LEVANTAMIENTO DE DATOS										
A. DATOS DE VIVIENDA UNIFAMILIAR				D. DISPOSICIÓN Y PORCENTAJE DE MATERIALES EN LA VIVIENDA UNIFAMILIAR						
MODELO:				MATERIAL	VIVIENDA CARA NORTE	VIVIENDA CARA SUR	VIVIENDA CARA ESTE	VIVIENDA CARA OESTE	PORCENTAJE DE MATERIALES UTILIZADOS	PORCENTAJE TOTAL DE MATERIALES DE LA ENVOLVENTE
PISOS:										
ÁREA:										
ESPACIOS:		ACTIVIDADES:								
NÚMEROS DE USUARIOS:										
B. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO				E. IDENTIFICACIÓN DE VIVIENDA						
				PLANTA ARQUITECTÓNICA		DETALLE CONSTRUCTIVO				
C. MATERIALES CONSTRUCTIVOS						DETALLE CONSTRUCTIVO				

2.7.2 CUADRO DE COMPARACIÓN.

Tabla 2 Cuadro de comparación

COMPARACION DE LOS DISTINTOS MATERIALES EN LOS PLANES HABITACIONALES								
N°	PLAN HABITACIONAL	CIMENTACIONES	PAREDES	CUBIERTAS	VENTANAS	PUERTAS	TUMBADO	PRECIO - \$
1	MI LOTE	Hormigon Armado	Hormigon Armado	eternit	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Gypsum	35,000,00
2	MI LOTE 2	Hormigon Armado	Hormigon Armado	eternit	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Gypsum	25,000,00
3	MUCHO LOTE	Hormigon Armado	Muros Portante de hormigon	eternit	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Losa	40,000,00
4	MUCHO LOTE 2	Hormigon Armado	Muros Portante de hormigon	eternit	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Losa	37,000,00
5	SOCIO VIVIENDA	Hormigon Armado	Muros Portante de hormigon	Metalica Tipo Teja	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Gypsum	25,000,00
6	SOCIO VIVIENDA 2	Hormigon Armado	Muros Portante de hormigon	Metalica Tipo Teja	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Gypsum	25,000,00
7	VILLA HERMOSA	Hormigon Armado	Hormigon Armado	Metalica Tipo Teja	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Gypsum	50,000,00
8	VILLA ITALIA	Hormigon Armado	Hormigon Armado	Metalica Tipo Teja	Aluminio y Vidrio	Madera/Metalica	Gypsum	50,000,00

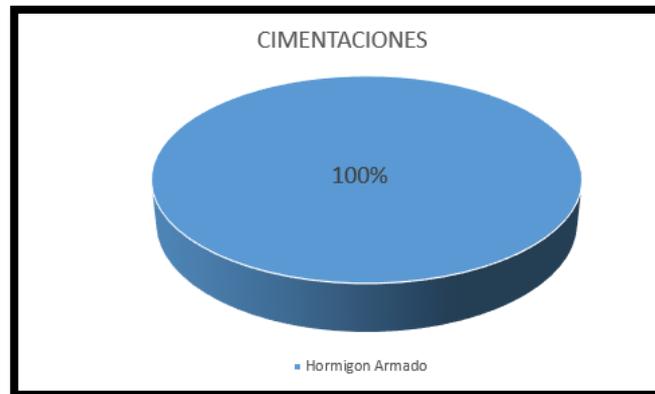
Fuente: Elaborado por el autor.

2.8 ANÁLISIS

2.8.1 CIMENTACIÓN

Las cimentaciones en estos planes habitaciones son de hormigón armado.

Gráfico 9 Cimentación

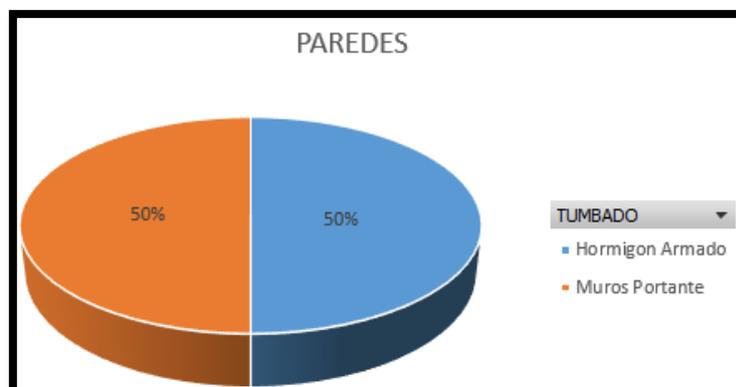


Fuente: elaborado por el autor.

2.8.2 PAREDES

En la mampostería sí hay algunos planes habitaciones de construcción tradicional hormigón armado, o prefabricados sea el sistema indicado para la construcción de las edificaciones.

Gráfico 10. Paredes

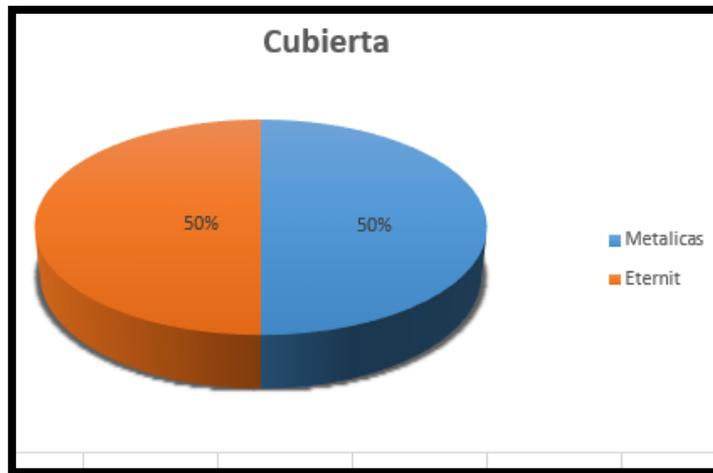


Fuente: Elaborado por el autor.

2.8.3 CUBIERTAS

Las cubiertas encontramos en 2 tipos que son: Cubierta metálica Tipo Teja “Kubiteja”. Y Cubierta con planchas de cemento tipo eternit o similar.

Gráfico 11 Cubierta

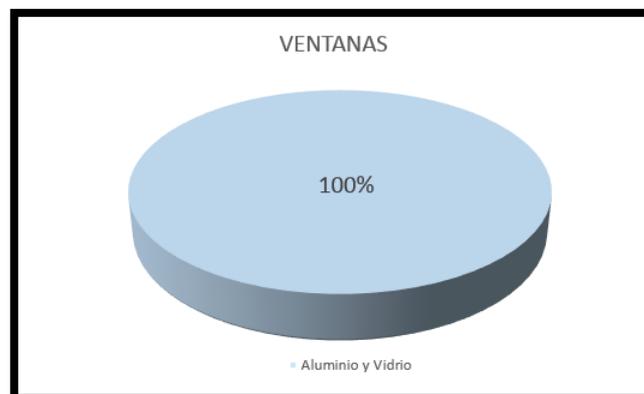


Fuente: Elaborado por el autor

2.8.4 VENTANAS

Las ventanas son de aluminio y vidrio, esto no ha cambiado mucho siguen siendo igual que las tradicionales.

Gráfico 12 Ventanas

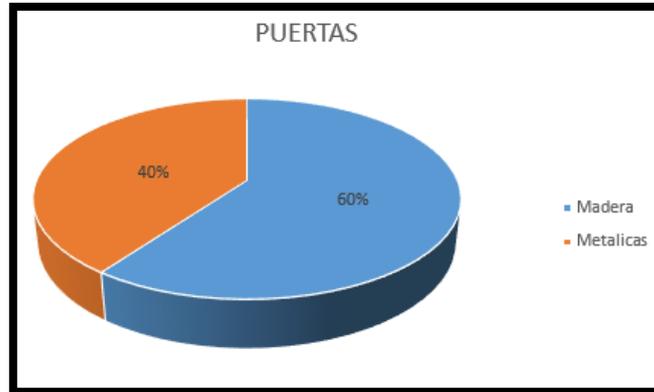


Fuente: Elaborado por el autor

2.8.5 PUERTAS

Las puertas interiores son de madera, y la puerta principal y posterior son metálicas, tal cual están en la especificación técnica para la construcción.

Gráfico 13 Puertas

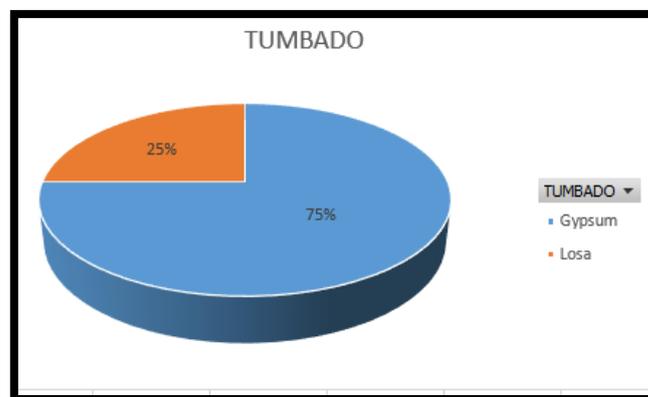


Fuente: Elaborado por el autor

2.8.6 TUMBADO

Los tumbados son distintos en cada plan habitacional sea, de gypsum, yeso o la propia losa de planta alta.

Gráfico 14 Tumbado



Fuente: Elaborado por el autor

2.10 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Decimos que en la ciudad de Guayaquil no existe un plan piloto o un sistema constructivo masivo, para las construcciones en masa, sea para utilizarlas en una vivienda unifamiliar o en planes habitacionales, si no que cada constructor o constructora encargada a un proyecto como este, busca el beneficio para el cliente y el constructor, para terminar el proyecto en el tiempo adecuado. Y que no salgan perjudicadas ambas partes, pero muchas veces esto no es lo mejor en base al confort térmico, por la falta de conocimiento de cuáles son los materiales que mejores propiedades tenga, sea térmica, física, mecánica, etc.

Con todos estos resultados vemos que las construcciones o planes habitacionales al momento de construirlos, no aplican una envolvente para la protección de las edificaciones y también para el mejoramiento del confort térmico en las viviendas, solo se construye tradicionalmente con hormigón armado, o un sistema constructivo sean muros portantes y sin la buena aplicación de estos materiales.

En cuanto al costo de las viviendas tenemos un rango de 25.000 dólares hasta 50.000 dólares esto depende también de la ubicación de los planes habitacionales y la plusvalía del terreno o sector donde están ubicadas las viviendas, para el proyecto el rango será de 20.000 hasta 40.000 dólares.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ESTADO DEL ARTE

Realizando la búsqueda de un listado de materiales que generan confort térmico, materiales con bajo coeficiente energético, envolventes usadas en viviendas unifamiliares en la ciudad de Guayaquil, se puede concluir que no existe una “INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.

El tema propuesto, motivo del trabajo de titulación no consta en el registro de Temas de Titulación de Grado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo “Arq. Guillermo Cubillo Renella”, de la Universidad de Guayaquil. En el período de abril 2005 a octubre 2013.

Constatando esta carencia investigativa, la Universidad de Guayaquil, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, el Departamento de Investigación está con la disposición en apoyar una “INVESTIGACIÓN DE MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ENVOLVENTES QUE PERMITAN MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN EDIFICACIONES UNIFAMILIARES, GUAYAQUIL, 2016”.

Las fuentes de referencia consideradas para este estudio son:

- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable
- IICOS - Ingeniería Integral en Construcción Sustentable
- Norma ISO 7730
- Colegio de Arquitectos del Guayas.

- Plataforma Arquitectura.
- Revistas: *Envolvente Arquitectónica* edición número 6.
- Página web: www.beyondsustainable.net, Junio, 2014
- Trabajo de Grado:

Tecnología Sostenible y Eficiencia Energética, María José Matute, Marzo, 2014.

Incorporación de Principios de Sostenibilidad en los sistemas constructivos para edificaciones de uso residenciales en la ciudad de Cuenca, junio, 2013

Confort térmico en el área social de una vivienda unifamiliar en Cuenca-Ecuador, 2012

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 MARCO CONCEPTUAL

3.2.1.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Cuando decimos materiales de construcción se viene un sinnúmero de materiales que conocemos y están en el mercado que se pueden utilizar para la investigación.

“Los materiales de construcción son todos aquellos elementos o cuerpos que integran una obra de construcción, ya sea su naturaleza, composición y forma cumpliendo con las propiedades técnicas, como resistencia mecánica, desgaste, absorción y resistencia a la compresión.”

(Arquitectura.com, 2011)

3.2.1.2 ENVOLVENTES

La envolvente es la piel de cualquier edificación es la protección que existen entre la parte de adentro y afuera del mismo. Ya sea como una membrana que exista o se construya, para dicha protección.

“Las envolventes se las puede definir como la piel de una edificación, una membrana que aísla al organismo del medio que lo rodea, actúa como separador del exterior e interior del edificio, protegiendo de los agentes climáticos (frío, calor, viento y lluvia).” (Rmíres, 2010)

3.2.1.3 HOMEOSTASIS

“Si bien, la piel del ser humano es un complejo sistema que regula los intercambios que se desarrollan entre el organismo interno y el medio externo, ya sean estos térmicos, acústicos, de presión, táctiles, entre otros, ella no es suficiente para lograr el equilibrio biológico del organismo. Esa capacidad del cuerpo de autorregularse para mantenerse en equilibrio frente a los cambios que se producen en el medio externo se conoce como homeostasis Cuando esta capacidad es sobrepasada, la vestimenta y la arquitectura deben suplir aquel diferencial que provoca desequilibrio biológico”. (Rojas, 2004)

3.2.1.4 CONFORT TÉRMICO

El confort térmico es cuando las personas están en total plenitud dentro de la edificación, no se siente ni frío ni calor, está en un estado neutro, ya sea que afuera de la edificación esté haciendo mucho frío o mucho calor.

“Se denomina Confort Térmico cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son agradables confortables en referencia a la actividad que desarrollan, es decir las personas no experimentan sensación de calor ni de frío. Para la correcta evaluación del confort térmico hay que valorar las sensaciones que conllevan siempre una importante carga

subjetiva; existiendo unas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, éstas son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire.” (construible, s.f.)

Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C

Temperatura radiante media superficies del local: entre 18 y 26 °C

Velocidad del aire: entre 0 y 2 m/s

Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %. (construible, s.f.)

3.2.1.5 TEMPERATURA EFECTIVA.

“Temperatura representada por el efecto combinado de la temperatura ambiente, la humedad relativa y el movimiento del aire, en la sensación de calor o frío que percibe el cuerpo humano, equivalente a la temperatura del aire en reposo que produce un efecto idéntico”. (Construccion, s.f.)

3.2.1.6 TEMPERATURA AMBIENTAL.

“Es la que se puede medir con un termómetro y que se toma del ambiente actual, por lo que, si se toma de varios puntos en un área a un mismo tiempo puede variar”.

3.3 MATERIALES SUSTENTABLES

Para seleccionar los materiales sustentables se considera algunas características como la eficiencia en el uso de materias primas

Optimización de procesos productivos

Responsabilidad económica, social y ambiental

Mayor durabilidad en tiempo

Menores requerimientos de mantención

“La arquitectura sustentable, es un mecanismo que la construcción actual está adoptando como la alternativa para evitar el uso excesivo de los recursos naturales. Para ello se han creado gran cantidad de materiales que resulten menos dañinos para el medio ambiente.” (ExpokNews, 2013)

“Los materiales ecológicos suelen ser económicos ya que la mayoría de las veces están hechos de desechos como botellas de plástico, vidrio, cartón reciclado y hasta fibras obtenidas de la mezclilla. Para hacer este tema más comprensible.” (ExpokNews, 2013)

3.4 MATERIALES TERMOAISLANTES

Existen diversos materiales termoaislantes para la selección del material aislante debe basarse en su costo inicial, su eficacia, su durabilidad, su adaptabilidad a la forma en las edificaciones y los métodos de instalación disponibles en cada lugar o sitio escogido.

“Desde un punto de vista económico, puede ser preferible elegir un material aislante con una conductividad térmica baja que aumentar el espesor del aislamiento de las paredes. Al reducir la conductividad térmica, se necesitará menos aislante para una determinada capacidad de conservación del frío y se dispondrá de un mayor volumen utilizable.” (ExpokNews, 2013)

3.5 CONFORT TÉRMICO

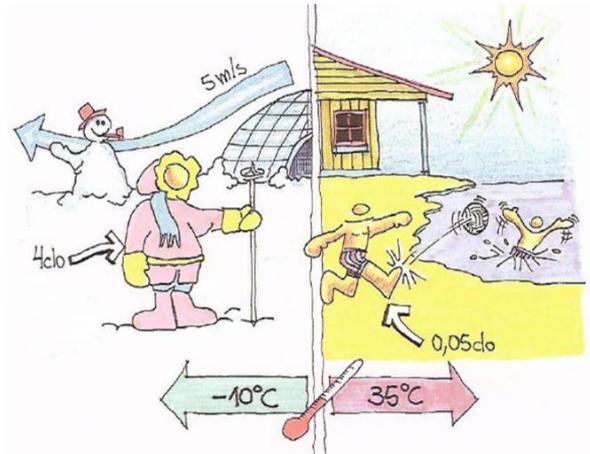
3.5.1 DEFINICIÓN

Según la Norma ISO 7730 el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. (Moyano, 2012)

Se define también confort térmico al estado de satisfacción del ser humano respecto del medio en que vive o desarrolla una actividad, el clima en el rendimiento de nuestras actividades,

estimula o disminuyendo la energía y los procesos mentales y físicos dependiendo las estaciones del año o los días fríos y calurosos.

Gráfico 16 Confort térmico



Fuente: Eficiencia en energía en arquitectura.

Este confort se puede estudiar tanto en lo arquitectónico como lo urbanístico, a pesar de que estos estén relacionados, su aplicabilidad es diferente. En la arquitectura bioclimática se trata de aprovechar el clima y las condiciones del entorno, a fin de llegar a dicho confort en su interior. También se trata de jugar con el diseño y los elementos básicos de la arquitectura, sin la necesidad de que estos sean complejos. Una de las herramientas con las que se puede jugar es la ubicación, ya que es difícil realizar un proyecto si estas condiciones no están bien estudiadas, por ejemplo: obstrucciones solares, exposiciones al viento, malas orientaciones. En dicho caso estas condiciones dependerían del ámbito urbanístico. En la arquitectura los edificios son barreras a la lluvia, viento y también pueden ser filtros sutiles a la luz y al calor.

“El confort térmico tiene como objetivo brindar parámetros referentes para así poder valorar las condiciones micro climáticas de un espacio y determinar si son adecuados térmicamente para el uso del ser humano. Para esto se necesita de ciertos factores y parámetros de confort.”

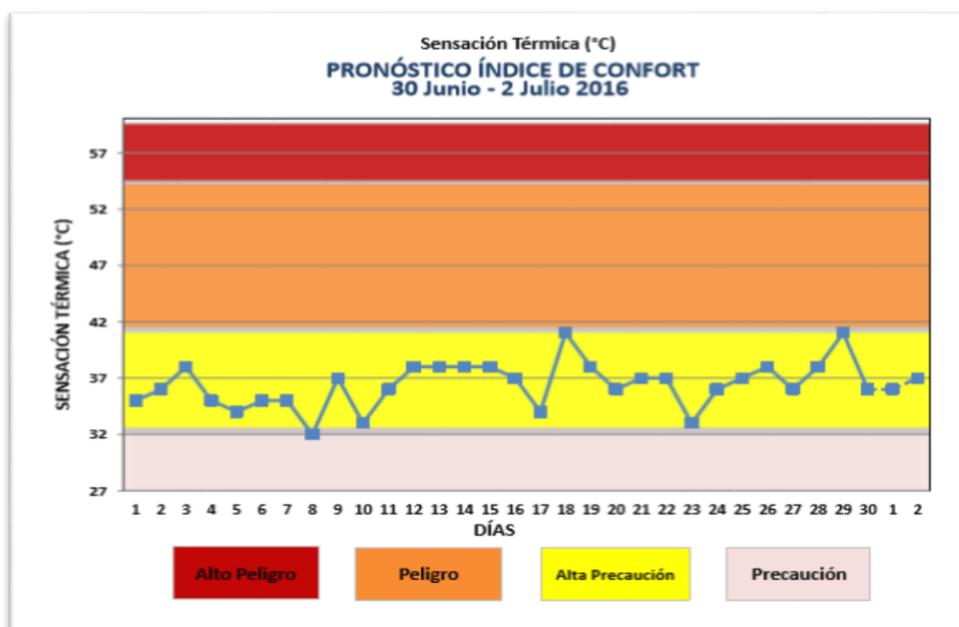
(Moyano, 2012)

Gráfico 17 Índice de confort térmico

Categoría	Índice de confort		Posibles problemas ocasionados por el calor
Alto Peligro	> 54°		Shock térmico, desmayos y deshidratación y puede causar daños irreversibles.
Peligro	41° - 54°		Causa molestias, fatiga y deshidratación, y algunas personas se desmayan.
Alta Precaución	32° - 41°		Exige además de ventilación, ropas más ligeras y tomar algún líquido frío.
Precaución	27° - 32°		Causa molestias y falta de confort, pero se puede eliminar con ventilación.

Fuente: IMANHI.

Gráfico 18 Sensación térmica

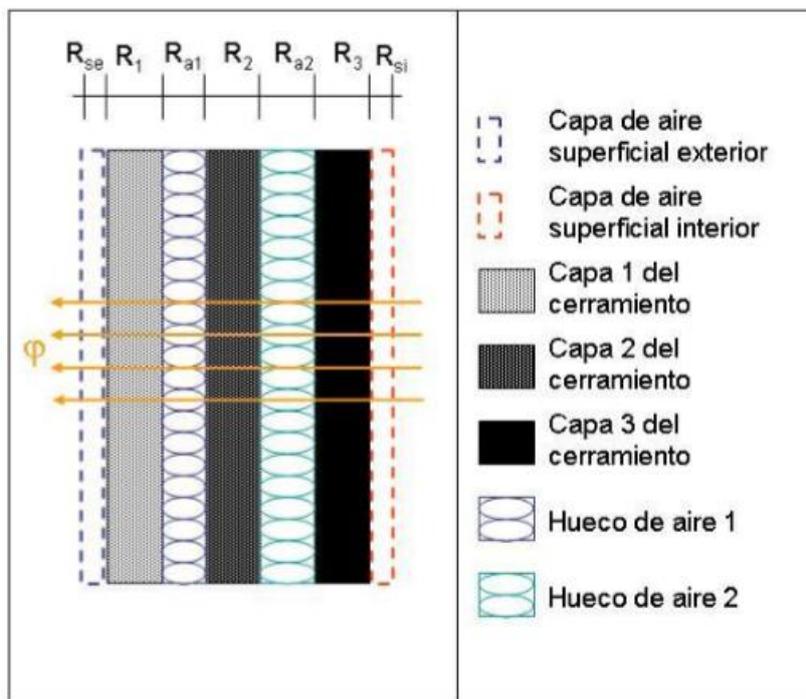


Fuente: INAMHI.

3.5.2 RESISTENCIA TÉRMICA.

La resistencia térmica total de un elemento complejo formado por capas, se calcula sumando la resistencia térmica de cada capa que forma parte del elemento, las resistencias térmicas de las capas de aire adheridas a las superficies interior y exterior del elemento, además de la resistencia de las cámaras de aire que hubiese en el interior del elemento.

Gráfico 19 - Flujo de calor de un elemento



3.6 PARÁMETROS AMBIENTALES DE CONFORT TÉRMICO

Los parámetros ambientales según **FANGER** son 6:

- Temperatura interior del aire ($^{\circ}\text{C}$)
- Humedad relativa (HR) del aire (Pa)
- Temperatura radiante (tmr)
- Velocidad del aire (m/s)
- Tasa metabólica. (M)
- La ropa. (Clo)

Gráfico 20 Variables de confort térmico



Fuente: <http://oficina-higiene-seguridad.blogspot.com>

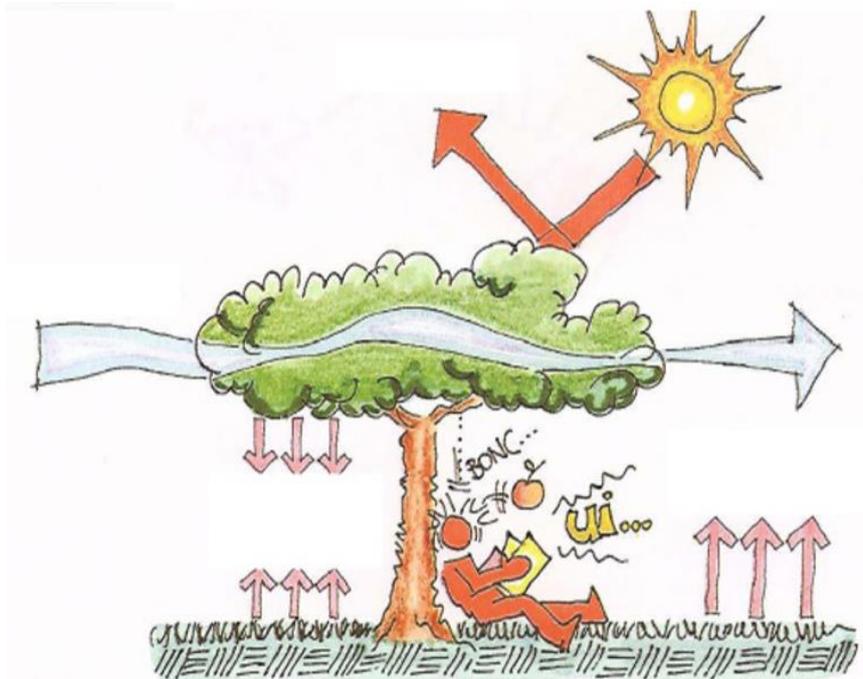
3.6.1. TEMPERATURAS DEL AIRE

La temperatura del aire determina cuánto calor el cuerpo pierde hacia el aire, principalmente por convección. La temperatura del aire basta para calificar el confort térmico siempre y cuando la humedad y la velocidad del aire y el calor radiante no influyen mucho en el clima interior.

El rango de confort se extiende de alrededor de 20°C en invierno a alrededor de 25°C en verano.

(Blender, 2015)

Gráfico 21 Temperatura del aire



Fuente: (Encalada, 2013)

3.6.2 HUMEDAD RELATIVA

La evaporación de humedad de la piel es principalmente una función de la humedad del aire. El aire seco absorbe la humedad y enfría el cuerpo efectivamente. Favorable para la salud humana es una humedad relativa del aire entre los 30 a 40% como mínimo y 60 a 70% como máximo. (Blender, 2015)

Gráfico 22 Temperatura del aire y la humedad relativa



Fuente: Arquitectura y Energía

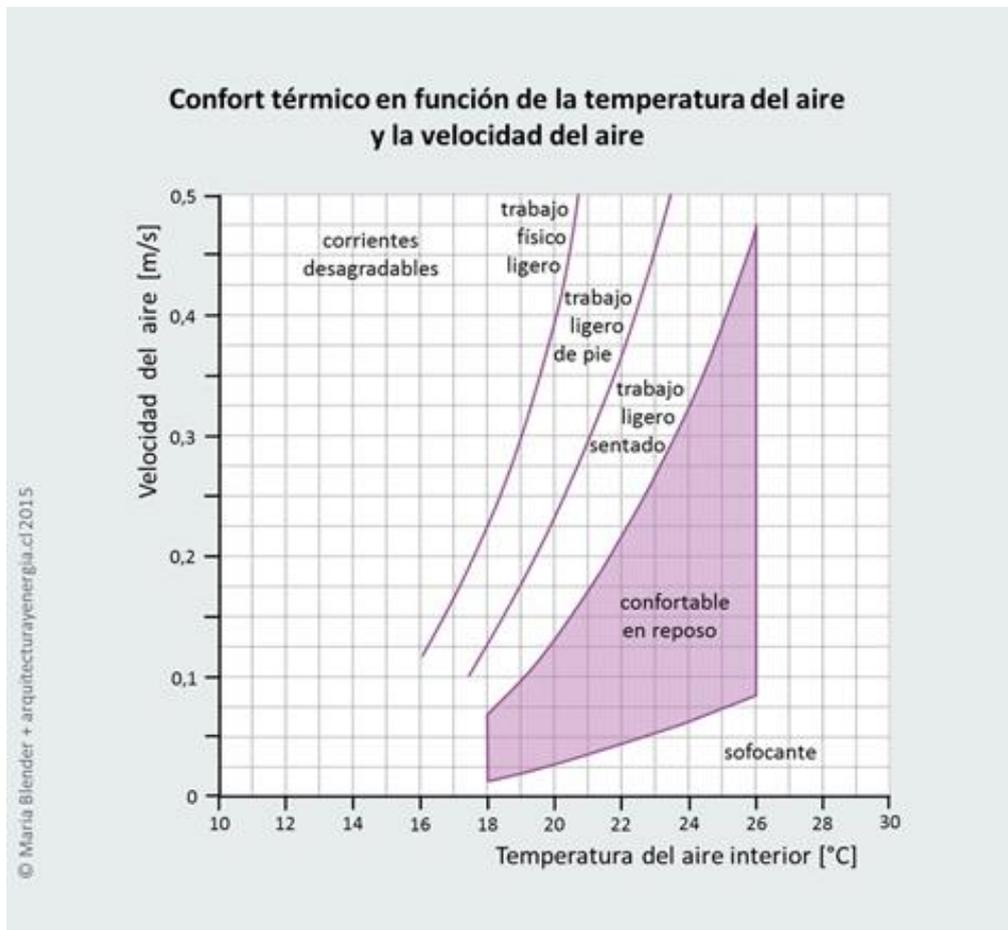
3.6.3 VELOCIDADES DEL AIRE

El movimiento del aire influye fuertemente en la pérdida del calor del cuerpo por convección y por evaporación. Las velocidades de aire hasta 0,1 m/s por lo general no se perciben.

En general son agradables y deseables los movimientos entre 0,1 a 0,2 m/s. Cuando los movimientos de aire enfrían el cuerpo humano más allá de lo deseado se habla de corrientes. (Blender, 2015)

Representan un serio problema de confort térmico en los edificios. No obstante a temperaturas ambientales altas, las brisas hasta 1,0 m/s pueden sentirse agradables, en dependencia del nivel de actividad y de la temperatura. (Blender, 2015)

Gráfico 23 Temperatura del aire y velocidad del aire

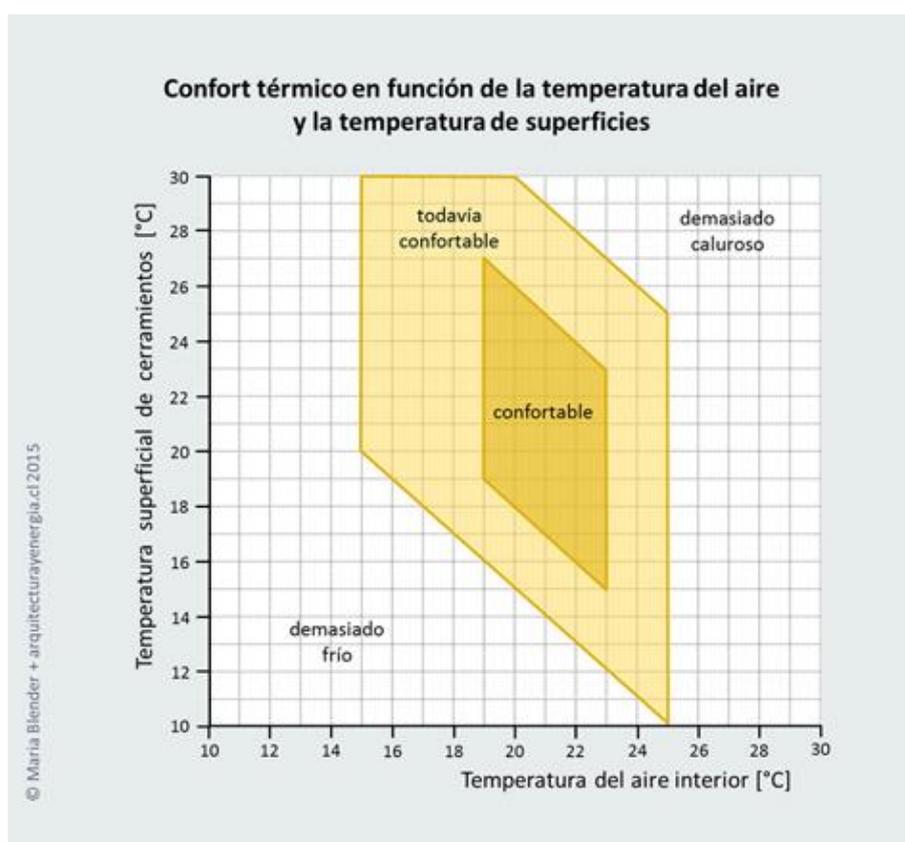


Fuente: Arquitectura y Energía

3.6.4 TEMPERATURA RADIANTE

La temperatura radiante media representa el calor emitido en forma de radiación por los elementos del entorno y se compone de las temperaturas superficiales ponderadas de todos los cerramientos. Es deseable que el valor no difiera mucho de la temperatura del aire. (Blender, 2015)

Gráfico 24 Temperatura del aire y temperatura de superficies



Fuente: Arquitectura y Energía

3.6.5 TASA METABÓLICA

“Proceso biológico fundamental del cuerpo humano, mediante el cual, los elementos provenientes de los alimentos, como el carbono y el hidrógeno, se combinan con el oxígeno absorbido por los pulmones, para producir el calor y la energía destinada a la realización de los trabajos internos y externos que requieren energía mecánica” (Encalada, 2013)

Tradicionalmente el metabolismo es medido en MET, y puede llegar a su nivel más bajo cuando dormimos (0.8 MET) y a su valor más alto cuando realizamos actividades deportivas, alcanzando fácilmente 8 MET. Varios estudios sobre el metabolismo y el nivel de actividad han establecido mediante tablas, valores de gasto energético, permitiendo calcular de manera muy aproximada, según la intensidad de trabajo, la posición, los movimientos del cuerpo, etc. el gasto energético por este concepto. El cuerpo humano elimina calor remanente, mediante procesos físicos como de conducción a través de la piel y la vestimenta, convección desde la periferia de la piel hacia el aire que la circunda, radiación mediante la emisión de calor del cuerpo a las superficies frías del entorno del local, y evaporación por exudación de la piel y una pequeña parte contenida en el aire de respiración.

“La cantidad de calor emitida por radiación y convección es del tipo sensible, mientras que el calor por evaporación se trata de una forma de calor latente o húmedo. Con temperaturas normales, el 75 % de la disipación de calor del cuerpo humano es por radiación y convección, y el 25% restante por evaporación de la piel y una pequeña parte por el proceso respiratorio” (Encalada, 2013)

Gráfico 25 Metabolismo



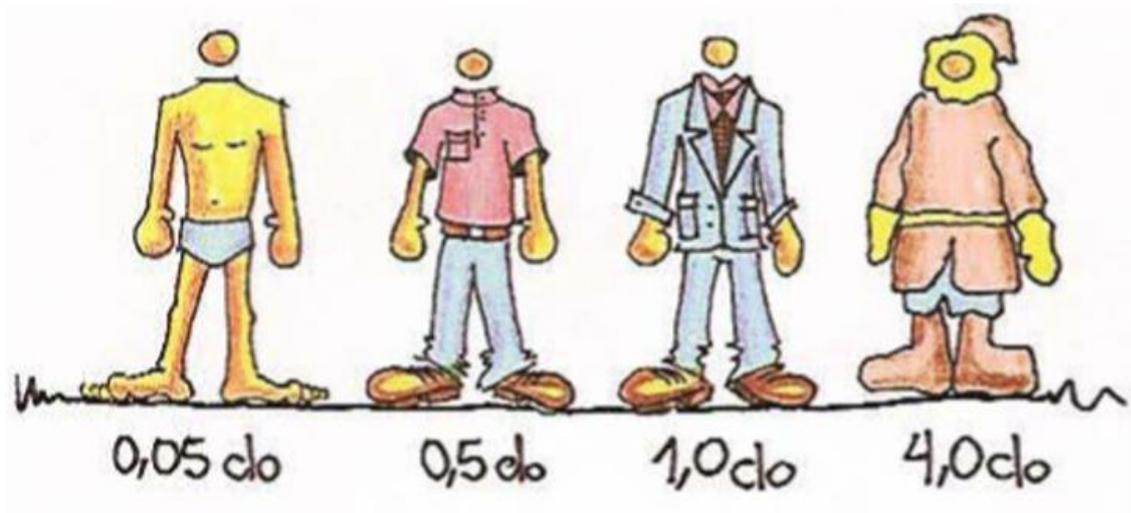
Fuente: (Encalada, 2013)

3.6.6 ROPA (CLO)

“La indumentaria del individuo juega un papel importante para el equilibrio térmico del cuerpo humano, dado que la misma tiene la función de aislar térmicamente la transmisión de calor del cuerpo humano al ambiente. La resistencia térmica del aislamiento de la vestimenta se expresa en la unidad CLO, prefijo de la palabra inglesa clotting que significa vestido” (Encalada, 2013)

La escala de valores de la unidad CLO, va desde un valor 0.0, que corresponde a una persona totalmente desnuda, hasta el valor de 1.0 ($0.16 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) que corresponde al traje de un oficinista. Por otra parte Mórdelo define la unidad CLO como el aislamiento necesario para mantener confortable a una persona que desarrolle una actividad sedentaria (menos de 60 w/m^2) a una temperatura de $21 \text{ }^\circ\text{C}$ El valor CLO puede calcularse si la vestimenta de la persona y los valores del CLO para las prendas individuales, son conocidos, simplemente sumándolos.

Gráfico 26 Ropa



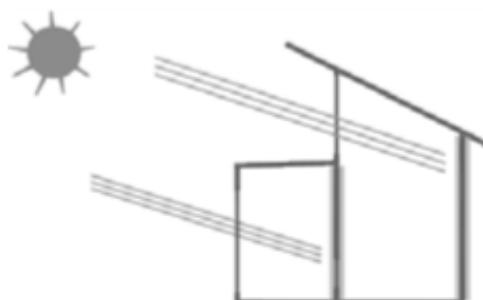
Fuente: (Encalada, 2013)

3.7 MÉTODOS NATURALES DE CALOR

3.7.1 RADIACIÓN

Este método no necesita de contacto entre las moléculas, puesto que el calor es transmitido por ondas electromagnéticas en movimiento. Este es el ejemplo de la energía solar. Los electrones situados en niveles altos, caen a niveles inferiores. El objeto puede saltar de un objeto caliente a otro frío. La absorción de esta energía depende de las características del material. Por medio de este método una pared puede calentarse con el sol. (Moyano, 2012)

Gráfico 27 Radiación

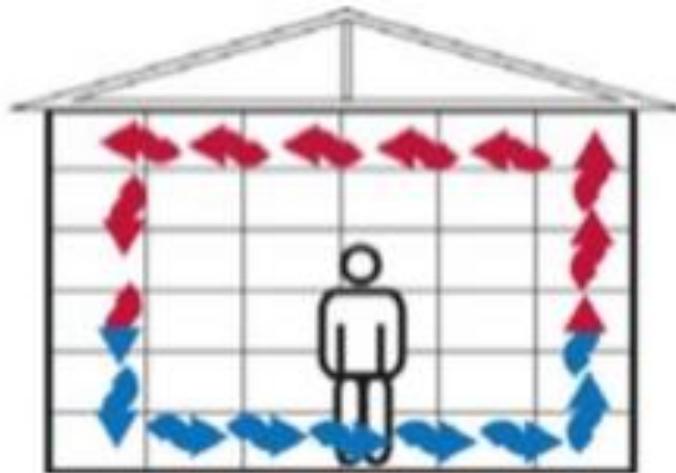


Fuente: (Moyano, 2012)

3.7.2 CONVECCIÓN

Es el movimiento del aire caliente, que tiende a elevarse y su espacio es sustituido por aire frío, el cual desciende por tener más densidad. Esto genera una circulación de aire a otros espacios.

Gráfico 28 Convección

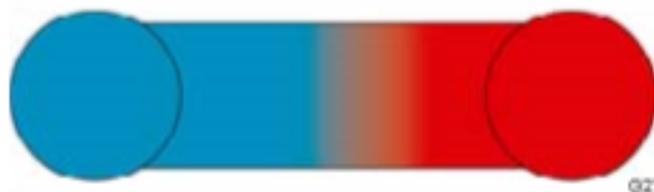


Fuente: (Moyano, 2012)

3.7.3 CONDUCCIÓN

Es el paso de calor de una molécula a otra, este proceso es generado cuando están en contacto dos objetos, uno de mayor temperatura que transmite el calor al otro objeto. Este proceso continúa hasta que ambos objetos tengan la misma temperatura. (Moyano, 2012)

Gráfico 29 Conducción

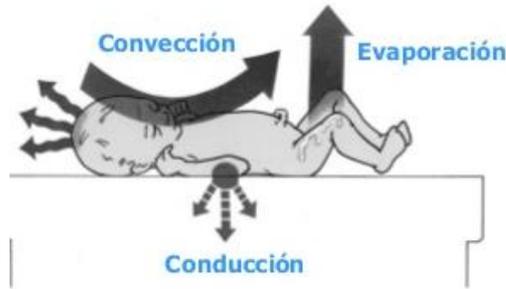


Fuente: (Moyano, 2012)

3.7.4 EVAPORACION

“Los cambios de estado del agua son una fuente de transmisión del calor. Cuando el agua se evapora, lleva en sí cierta cantidad de energía que restituye en el momento en que se invierte el proceso.”

Gráfico 30 Evaporación



3.8 ANÁLISIS DEL CLIMA DE GUAYAQUIL

3.8.1 TEMPERATURA DEL AIRE

Hace pocos años en la ciudad de Guayaquil eran admisibles y soportadas temperaturas interiores en las viviendas en la época de invierno de 28 a 30 °C. El uso de acondicionadores de aire, ventiladores, entre otros aparatos hacía que la vivienda sea comfortable. (Pezo, 2009)

Tabla 3 Temperatura del Aire

MES	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						
	ABSOLUTAS		M E D I A S				
	Máxima día	Mínima día	Máxima	Mínima	Mensual		
ENERO	34.4	1		30.2	23.1	26.0	
FEBRERO	32.8	7		30.9	23.3	26.1	
MARZO	34.6	17		32.3	24.1	27.3	
ABRIL	34.5	12	22.8	8	32.2	24.4	27.6
MAYO	33.8	18	22.7	13	32.2	23.7	27.8
JUNIO	34.6	16	21.9	14	31.7	23.2	27.4
JULIO			20.2	28	30.5	21.8	26.3
AGOSTO	32.1	14	19.2	10	29.8	20.9	25.0
SEPTIEMBRE	33.3	8			30.4	21.6	25.4
OCTUBRE	34.6	5	20.6	2	30.3	21.7	25.5
NOVIEMBRE	35.0	26	20.5	16	31.9	22.2	26.2
DICIEMBRE	35.6	29	21.7	2	32.5	23.3	27.3
VALOR ANUAL					31.2	22.8	26.5

Fuente: INAMHI.2015

3.8.2 HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa promedio de la ciudad es entre 52% y 95% dando una HR máxima en el mes de enero y mínima octubre, dando una humedad relativa media de 77%.

Tabla 4 Humedad Relativa

MES	HUMEDAD RELATIVA (%)				
	Máxima	dia	Mínima	dia	Media
ENERO	98	21	46	1	81
FEBRERO	98	13	63	26	84
MARZO					81
ABRIL	98	6	54	13	79
MAYO					75
JUNIO	95	9	49	16	73
JULIO	96	27	50	28	75
AGOSTO	96	7	52	14	76
SEPTIEMBRE	94	8	52	11	75
OCTUBRE	93	17	49	5	77
NOVIEMBRE	94	7	51	29	75
DICIEMBRE					73
VALOR ANUAL					77

3.8.3 PRECIPITACIÓN

Hidrometeoro que consiste en la caída de lluvia, llovizna, nieve, granizo, hielo granulado, etc. desde las nubes a la superficie de la tierra. Se mide en alturas de precipitación en mm que equivale a la altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre la superficie de un metro cuadrado. (Hidrología, 2015)

Los días con precipitación son los días en que se observa precipitación. El mínimo de agua que debe recogerse para que se considere un día con precipitación varía de un país a otro nuestro caso, es de 0.1mm. (Hidrología, 2015)

Tabla 5 Precipitación

MES	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
	Suma	Máxima en		
	Mensual	24hrs	día	
ENERO	279.8	34.6	23	29
FEBRERO	606.6	145.1	25	28
MARZO	420.7	71.8	16	26
ABRIL	256.8	89.4	9	21
MAYO	65.1	14.4	18	15
JUNIO	6.0	5.6	8	2
JULIO	0.0	0.0	1	0
AGOSTO	0.0	0.0	1	0
SEPTIEMBRE	0.2	0.2	24	1
OCTUBRE	2.5	1.7	16	2
NOVIEMBRE	5.5	5.1	15	3
DICIEMBRE	6.8	3.5	29	2
VALOR ANUAL	1650.0	145.1		

Fuente: INAMHI.2015

3.8.4 HELIOFANIA

En el transcurso del año también existen días de sol, en el mes de septiembre y noviembre se observa las mayores horas. Dando un total anual de 1283,8 horas de brillo solar. (Moyano, 2012)

Tabla 6 Heliofania

MES	HELIOFANIA
	(Horas)
ENERO	46.1
FEBRERO	63.4
MARZO	98.8
ABRIL	114.7
MAYO	115.3
JUNIO	95.8
JULIO	108.3
AGOSTO	116.3
SEPTIEMBRE	143.4
OCTUBRE	115.6
NOVIEMBRE	141.9
DICIEMBRE	124.2
VALOR ANUAL	1283.8

Fuente: INAMHI.2015

3.8.5 NUBOSIDAD

Se expresa en octavos de cielo cubierto, se obtiene un valor medio diario en base a tres observaciones (07, 13 y 19 horas). La media mensual se calcula con un mínimo de 20 datos medios diarios. (Pezo, 2009)

Tabla 7 Nubosidad

MES	NUBOSIDAD MEDIA (Octas)
ENERO	7
FEBRERO	7
MARZO	7
ABRIL	7
MAYO	7
JUNIO	6
JULIO	6
AGOSTO	6
SEPTIEMBRE	6
OCTUBRE	6
NOVIEMBRE	6
DICIEMBRE	6
VALOR ANUAL	6

Fuente: INAMHI.2015

3.8.6 VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIA DE LOS VIENTOS

En la ciudad de Guayaquil los vientos predominantes vienen desde sur-oeste a norte-este.

Tabla 8. Velocidad media y Frecuencia de viento

MES	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																	Vel. Mayor Observada		VELOCIDAD MEDIA (Km/h)	
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA	Nro OBS	DIR		
	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	%				
ENERO	2.0	3	2.4	28	3.6	5	2.5	17	2.6	9	3.2	20	0.0	0	3.0	2	15	93	6.0	SW	0.4
FEBRERO	0.0	0	2.2	39	3.0	1	2.2	12	3.0	1	3.1	21	0.0	0	2.0	3	23	87	6.0	NE	1.0
MARZO																					1.3
ABRIL	2.0	2	2.1	30	2.0	2	1.4	6	2.0	3	2.5	36	0.0	0	2.6	6	16	90	6.0	SW	3.1
MAYO																					3.7
JUNIO	0.0	0	1.2	6	1.0	1	2.2	11	2.6	8	2.7	61	2.0	1	2.3	3	9	90	7.0	SW	5.1
JULIO	0.0	0	2.2	7	3.0	1	2.3	27	3.1	8	3.5	56	2.0	1	0.0	0	1	93	6.0	SW	6.6
AGOSTO	0.0	0	1.8	4	1.0	1	2.4	22	2.0	7	3.0	60	0.0	0	2.3	3	3	93	7.0	SW	6.2
SEPTIEMBRE	0.0	0	1.7	3	0.0	0	2.5	14	3.1	9	3.6	66	0.0	0	1.7	3	4	90	7.0	SW	6.7
OCTUBRE	0.0	0	1.5	2	1.0	1	2.3	25	3.6	9	3.4	56	5.0	1	3.0	2	4	93	7.0	SW	6.3
NOVIEMBRE	0.0	0	1.6	6	1.0	1	2.0	29	3.8	7	3.5	52	2.0	2	2.0	1	2	90	8.0	SW	6.1
DICIEMBRE																					5.4
VALOR ANUAL																					4.0

Fuente: INAMHI.2015.

3.9 MATERIALES

Para llegar a estudiar algunos materiales de construcción que sirven como envolventes en las edificaciones unifamiliares hay que tomar en cuentas algunos parámetros ya mencionados anteriormente, No solo se debe a su precio en el mercado y que sea la producción en el país.

Tiene que ser un material que, de un confort térmico dentro de la vivienda, también tiene que ser sustentable que sirva como aislante térmico acústico, debe tener responsabilidad económica, social y ambiental, mayor durabilidad en tiempo y menor requerimiento de mantenimiento, por lo que hemos seleccionado algunos materiales que cumplan con estos parámetros los cuales son los siguientes:

3.9.1. BAMBÚ

Este material encontramos producción y comercialización en el país.

3.9.2. EFTE - ETILENO TETRA FLUORO ETILENO

Este material podemos encontrar propiedades muy interesantes como las físicas, químicas, eléctricas y térmicas, el inconveniente es su producción no encontré en el país si no en el exterior y habría que importar, así que está descartado.

Un **rollo de película de ETFE** de 0,125 mm. de espesor, un metro de longitud y 61 cm. de ancho puede costar aproximadamente **275 €**. Sin contar con el montaje de los cojines y la instalación de suministro de aire.

3.9.3. MADERA

Este material encontramos producción y comercialización en el país.

3.9.4. ECOBLOK

Este bloque cuenta con un sistema modular machi-embrado, se fábrica de cemento y tierra estabilizada y cuenta con un acabado muy superior a los bloques convencionales ya que son elaborados con tecnología moderna que garantiza una calidad alta y uniforme, este producto no lo encontramos en el país, si no en México me he contactado mediante correos electrónicos con ellos, pero no tengo ninguna respuesta al respecto para seguir el procedimiento de investigación.

3.9.5 ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPX)

Este material encontramos producción y comercialización en el país, como un sistema constructivo.

3.9.6 LADRILLOS PET

Este material sin duda se puede decir que es el mejor por todas sus características y propiedades por su composición que se realiza en base a desechos plásticos, pero en el mercado ecuatoriano no existe aún la producción del ladrillo, hay una patente en Argentina obtenida en el 2008 y Certificado de Aptitud Técnica otorgado por la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano en el año 2006. Se realizó el seguimiento del material, pero no han respondido aún a los correos enviados para saber cuánto podría ser el costo del material.

En la Universidad Central del Ecuador existe una tesis de BASES DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CON MAMPOSTERÍA DE LADRILLO TIPO PET” para su elaboración, pero no producción.

3.9.7 CORCHO

Este material encontramos su producción y comercialización en el país.

3.9.8 CAUCHO

Este material se encuentra y se produce en el en el país.

3.9.9 BLOQUE DE CEMENTO & MADERA

Las propiedades y características de este material serían muy rentables si se comercializara en el país, pero este bloque solo es por ahora un diseño experimental, esta tesis la encontré en la Universidad de Cuenca facultad de Ciencias Químicas. Tesis Diseño Experimental para Elaborar Bloques de Conglomerado Madera – Cemento, teniendo respuesta a través de correo electrónico por el Sr. Carlos Sánchez me dijo “Buenas noches, no se está produciendo el bloque por ahora, ya que mi objetivo en la tesis era el diseño experimental pero ya está en proyecto la elaboración”.

3.9.10 POLIURETANO

Este material encontramos producción y comercialización en el país, como un sistema constructivo.

CAPÍTULO IV

4. RECOPIACIÓN DE DATOS

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SELECCIONADOS

En la actualidad en la ciudad de Guayaquil y en los planes habitacionales se construyen las viviendas unifamiliares con hormigón armado, este sistema constructivo es muy poco el conocimiento que las personas o empresas constructoras que sepan sobre materiales que generen un confort térmico dentro de las edificaciones, por lo tanto, se escogió los siguientes materiales que son:

4.1 BAMBÚ

4.1.1 ORIGEN.

La historia del bambú comienza a inicios de la civilización asiática. Valenovsky (investigador), sostiene que la planta tuvo su origen en la era Cretácea, un poco antes de la iniciación de la Terciaria, cuando el hombre recién apareció. (ASPIAZU, 2012)

Desde tiempos prehistóricos el hombre y el bambú han estado estrechamente ligados en China. Uno de los primeros elementos de la ideografía china que existieron, fue un dibujo del bambú, constituidos por dos tallos con ramas y hojas que se denominó CHU.

El ideograma fue originalmente basado en la representación pictórica de objetos para los cuales la lengua hablada tenía nombres, lo que posteriormente evolucionó con la invención de letras o caracteres chinos atribuidos a Ts'ang Chi, ministro de Huang Ti en el año 2600 A.C. (ASPIAZU, 2012).

4.1.2 COMPOSICIÓN.

Anatómicamente un bambú está compuesto por: corteza, parénquima, fibras y haces vasculares. La forma, tamaño, número y concentración de haces vasculares varía desde la periferia hacia la parte interna del culmo, y desde la base del culmo hacia el ápice del mismo. (ASPIAZU, 2012)

En la *Guadua angustifolia* cuatro zonas se pueden establecer a lo ancho de la pared del culmo: la zona de la periferia que mide entre 0,67-0,77 mm de longitud y está compuesta por haces vasculares inmediatamente adyacentes a la corteza; estos haces son circulares, pequeños y numerosos, con escaso tejido conductivo y pocas células de parénquima; la zona de transición que mide entre 1,23 y 2,55 mm de longitud y corresponde al 10% del grosor de la pared del culmo; la zona central o media que mide entre 4,95 y 16,34 mm de longitud y corresponde al 56 % del grosor de la pared del culmo, y la zona interna que mide entre 1,3 – 2 mm de longitud y corresponde al 12% del grosor de la pared del culmo. (ASPIAZU, 2012)

Como ya se mencionó anteriormente, la *Guadua angustifolia* posee fibras naturales muy fuertes, que la colocan entre las 20 mejores especies de bambúes del mundo. (ASPIAZU, 2012)

Está demostrado que con ella se pueden desarrollar productos industrializados tales como paneles (aglomerados, laminados, pisos), viviendas y artesanías. (ASPIAZU, 2012)

Las propiedades de los culmos de bambú están determinadas por su estructura anatómica y son las características anatómicas del culmo las que en últimas reflejan el uso final de este material. La composición de tejidos en un culmo de *Guadua angustifolia* es 40% fibra, 51% parénquima y 9% tejido conductivo. (ASPIAZU, 2012)

El contenido de fibra es más alto en el segmento apical (56%) que en el segmento medio (26%) y basal (29%) comparativamente con otros bambúes tropicales y subtropicales, esta especie

presenta un porcentaje de fibra relativamente alto y un mayor contenido de sílice en la epidermis lo que explica sus asombrosas propiedades de resistencia y flexibilidad. (ASPIAZU, 2012)

4.1.3 CLASIFICACIÓN.

El bambú se clasifica Gimnospermas y Angiospermas.

4.1.3.1 GIMNOSPERMAS:

Coníferas o maderas blandas.

4.1.3.2 ANGIOSPERMAS:

1. Monocotiledóneas como son los bambúes y la palmas.
2. Dicotiledóneas, de hoja ancha y caduca, denominadas maderas duras.

4.1.4 PROPIEDADES

4.1.4.1 FÍSICAS Y MECÁNICAS.

4.1.4.1.1 RESISTENCIA A LA TENSIÓN.

La resistencia a la tensión permite conocer las características de un material cuando se somete a esfuerzos de tracción, es decir al aplicar dos fuerzas que actúan sobre él, pero en sentido opuesto, tendiendo a estirarlo. (Ecuador, 2011)

Tabla 9 Resistencia a la tensión

	Zona del entrenado		Zona del nudo		Módulo de elasticidad a la Tensión	
	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²
Resistencia Máx.	3.515,5	50.000	3.480,34	49.500	316.395	4.500.000
Resistencia Mín.	1.828	26.000	1265,58	18.000	140.620	2.000.000
Promedios Máximos	2.636,62	37.400	2.285	32.500		

Elaborado por: (ASPIAZU, 2012)

4.1.4.1.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.

Tabla 10 Resistencia a la compresión

	---		Módulo de elasticidad a la Compresión	
	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²
Máxima.	863	12.274,29	199.000	2.830.341
Mínima	562,48	8.000	151.869,6	2.160.000

Elaborado por: (ASPIAZU, 2012)

4.1.4.1.3 RESISTENCIA FLEXIÓN.

Es el esfuerzo de fibra máximo desarrollado en una probeta o muestra justo antes de que se agriete o se rompa.

Tabla 11 Resistencia a la flexión

	---		Módulo de elasticidad a la Flexión	
	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²	Kg/cm ²	Lbs./pulg ²
Máxima	2.760	39.255	220.000	3.129.020
Mínima	763	10.852	105.465	1.500.000

4.1.5 APLICACIÓN

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBÚ ESTRUCTURAL

Para la aplicación de la presente norma, debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.

La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.

El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando las edificaciones se construyan con bambú en estado verde, el profesional responsable debe tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño. (bambú, 2011)

El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).

Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza. (bambú, 2011)

Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%

Las piezas de bambú estructural no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior. (bambú, 2011)

Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.

Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.

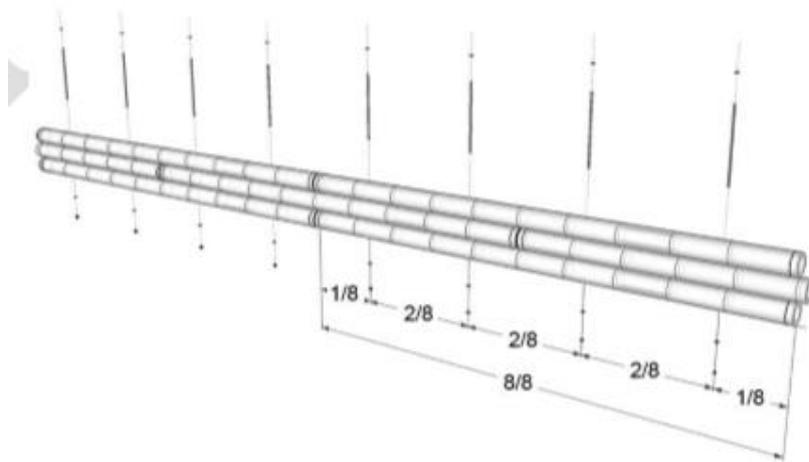
No aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

El bambú en la construcción tiene algunas aplicaciones y usos que son las siguientes:

4.1.5.1 VIGAS

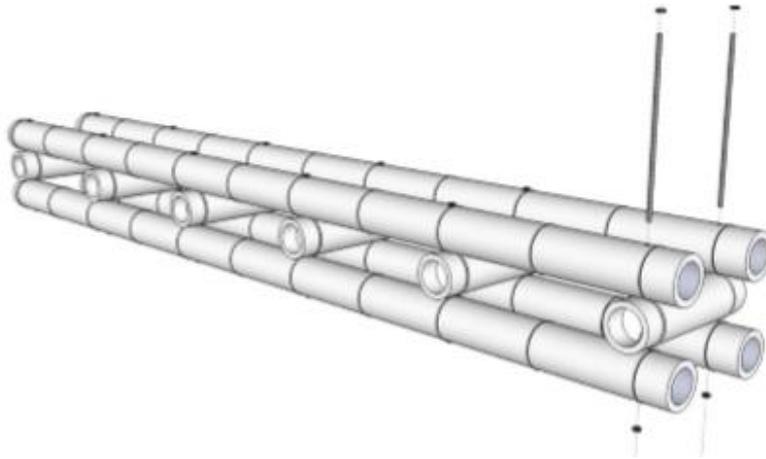
- Las vigas se conformarse de una unión de dos o más piezas de bambú.
- Las vigas compuestas de más de una pieza de bambú, deben unirse entre sí con zunchos o pernos espaciados como mínimo de un cuarto de la longitud de la viga.

Gráfico 31 Vigas 1



Fuente: Diseño y construcción de bambú.

Gráfico 32 Vigas 2



Fuente: Diseño y construcción de bambú.

4.1.5.2 LOSA ENTRE PISOS

- No se permiten entrepisos de losa de concreto para edificaciones con bambú construidas de acuerdo a la presente norma, salvo que se justifique con el cálculo estructural correspondiente.
- En los entrepisos se debe evitar el aplastamiento de las vigas de bambú en sus extremos, con las dos alternativas siguientes:

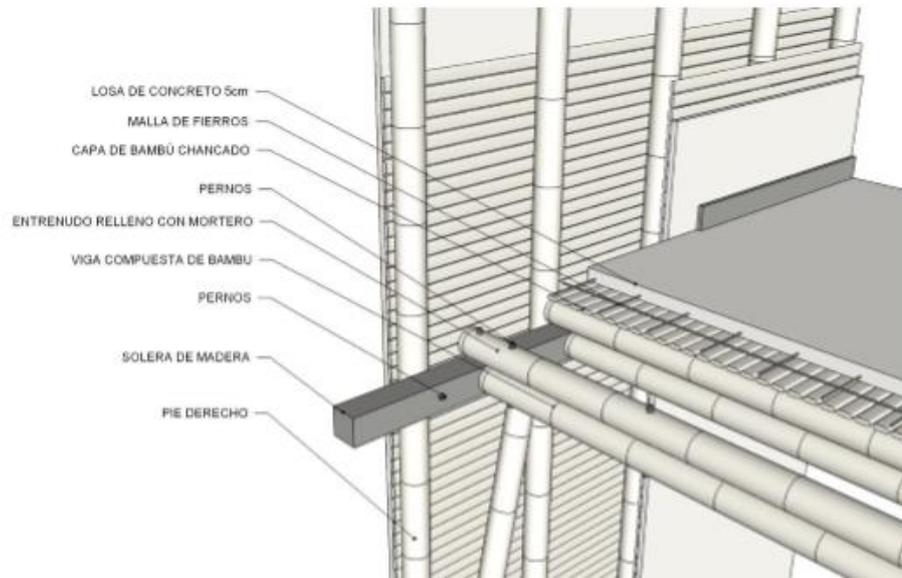
Colocando tacos de madera, de peralte igual al de la viga de bambú.

Rellenando con mortero de cemento los entrenudos de apoyo de las vigas.

En caso de vigas compuestas, conformadas por piezas de bambú superpuestas, se tendrá que prever el arriostramiento necesario para evitar el pandeo lateral.

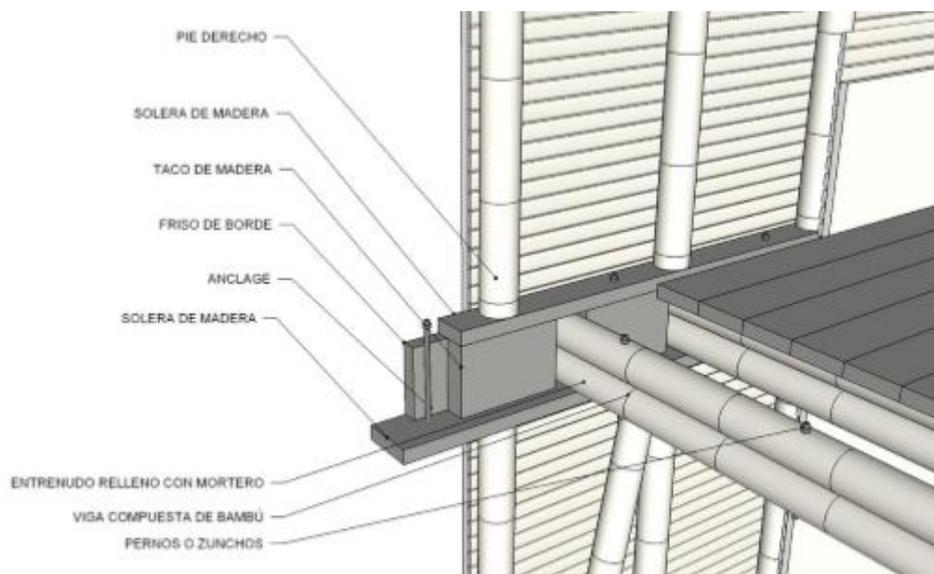
- El recubrimiento del entrepiso debe ser con materiales livianos, con peso máximo de 120 Kg/m², salvo que se justifique con el cálculo estructural correspondiente.
- Si se construye cielo raso debajo de la estructura de entrepiso, debe facilitarse la ventilación de los espacios interiores.

Gráfico 33. Entre piso 1



Fuente: Diseño y construcción de bambú

Gráfico 34 Entre piso 2



Fuente: Diseño y construcción de bambú

4.1.5.3 UNIONES.

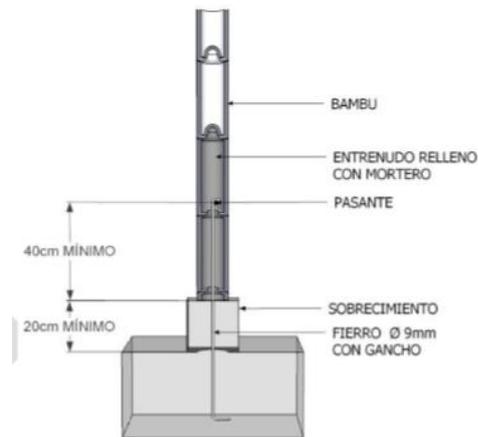
4.1.5.3.1 UNIÓN ENTRE CIMIENTO Y COLUMNA.

- Las fuerzas de tracción se deben transmitir a través de conexiones empernadas. Un perno debe atravesar el primero o el segundo entrenudo del bambú.
- Cada columna debe tener como mínimo una pieza de bambú conectada a la cimentación o al sobre cimiento.
- Se rellenarán los entrenudos atravesados por la pieza metálica y el pasador con una mezcla de mortero según las especificaciones.
- Se debe evitar el contacto del bambú con el concreto o la mampostería con una barrera impermeable a base de un sistema hidrófugo. (bambú, 2011)
- La unión entre sobre cimiento y columna se realizará de acuerdo a dos situaciones:

Caso 1.

- Se deja empotrada a la cimentación una barra de fierro 9mm de diámetro como mínimo con terminación en gancho. Esta barra tendrá una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación.
- Antes del montaje de la columna de bambú, se perforan como mínimo los diafragmas de los dos primeros nudos de la base de la columna.
- Se coloca un pasador (perno) con diámetro mínimo de 9mm, que pasará por el gancho de la barra. (bambú, 2011)

Gráfico 35 Caso 1

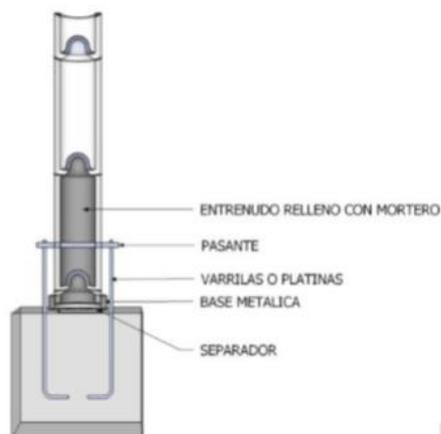


Fuente: Diseño y construcción de bambú

Caso 2.

- Se deja empotrada a la cimentación una base metálica con dos varillas o platinas de hierro de 9mm de diámetro como mínimo. Estas varillas o platinas tendrán una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación. Se coloca un pasador (perno) con diámetro mínimo de 9mm, que unirá las dos varillas o platinas, sujetando la columna de bambú. (bambú, 2011)

Gráfico 36 Caso 2



Fuente: Diseño y construcción de bambú

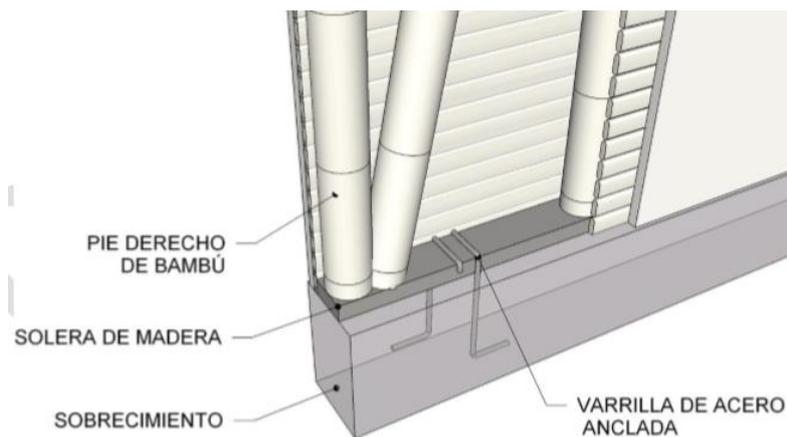
4.1.5.3.2 UNIÓN ENTRE CIMIENTOS Y MUROS.

- Cada muro debe tener como mínimo dos puntos de anclaje conectados a la cimentación o al sobre-cimiento mediante conectores metálicos. Los puntos de anclajes no pueden estar separados a una distancia superior a 2.50 m
- En caso de las puertas habrá un punto de anclaje en ambos lados. (bambú, 2011)

Tipos:

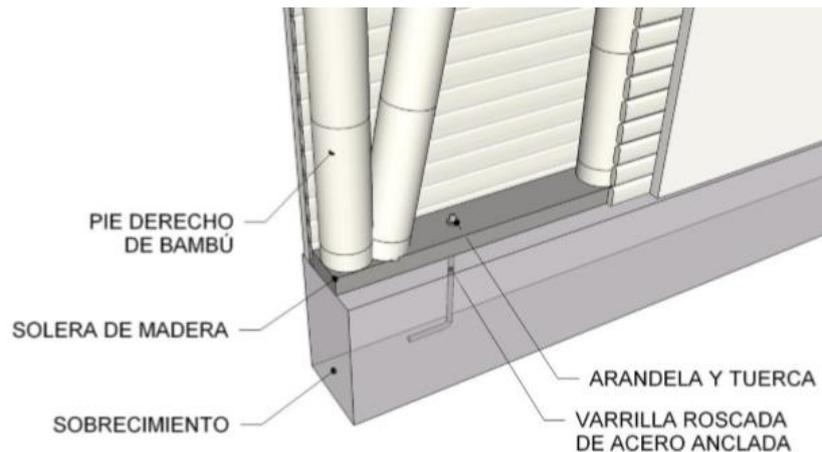
- Unión con soleras de madera aserrada En este caso las soleras se fijan a los cimientos con barras de fierros roscadas, fijadas a éstas, con tuercas y arandelas que cumplan con lo establecido.
- La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con una barrera impermeable. (bambú, 2011)

Gráfico 37 Con varilla de acero anclada



Fuente: Diseño y construcción de bambú

Gráfico 38 Con varilla de acero roscada

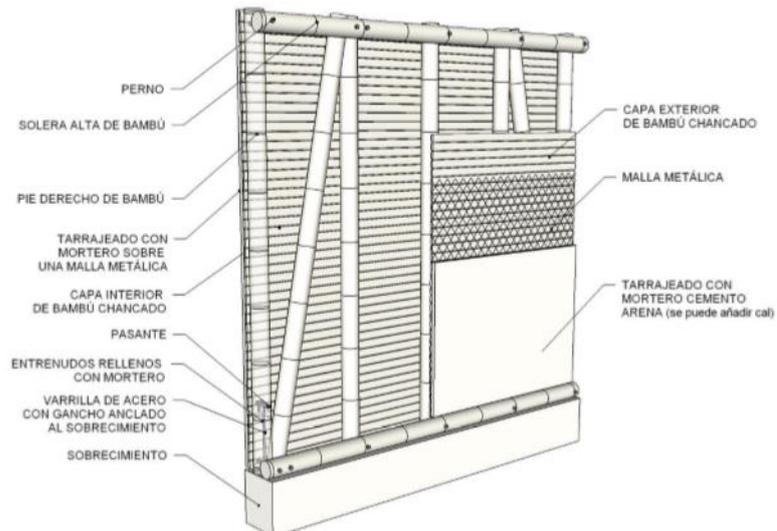


Fuente: Diseño y construcción de bambú

4.1.5.4 MUROS ESTRUCTURALES.

- Los muros estructurales de bambú deben componerse de un entramado de bambúes o de bambúes y madera, constituidos por elementos horizontales llamados soleras, elementos verticales llamados pie – derechos y recubrimientos.
- Los bambúes no deben tener un diámetro inferior a 80 mm.
- La distancia entre los pie derechos y el número de diagonales estará definido por el diseño estructural. (bambú, 2011)
- En caso de soleras de madera, estas tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de los bambúes usados como pie - derechos. El espesor mínimo de la solera superior e inferior será de 35 mm y 25 mm respectivamente. (bambú, 2011)
- Las soleras tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de los bambúes usados como pie-derechos y un espesor mínimo de 35 mm Las soleras, inferior y superior de cada muro deben ser de madera aserrada. (bambú, 2011)

Gráfico 39 Muros con soleras de Bambú

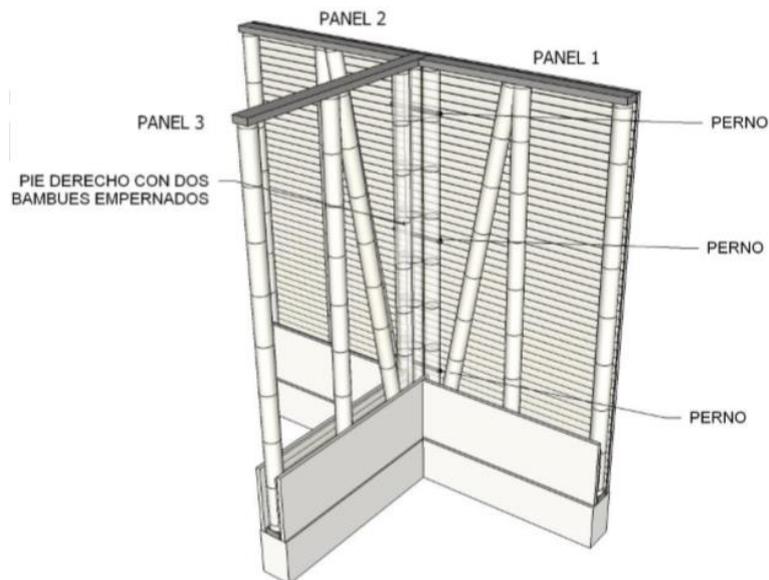


Fuente: Diseño y construcción de bambú

4.1.5.5 UNIONES ENTRE MUROS

- Se unen entre sí mediante pernos o zunchos. Debe tener como mínimo tres conexiones por unión, colocadas a cada tercio de la altura del muro. El perno debe tener, por lo menos 9 mm de diámetro. (bambú, 2011)

Gráfico 40 Unión entre muros



4.1.5.6 TIPOS DE CORTES DE BAMBÚ

- Cuando dos piezas de bambú se encuentran en el mismo plano y según los tipos de uniones que se quieran realizar, se recomienda efectuar cortes que permitan un mayor contacto entre ellas o utilizar piezas de conexión que cumplan esta función. (bambú, 2011)

4.1.5.6.1 CORTE RECTO.

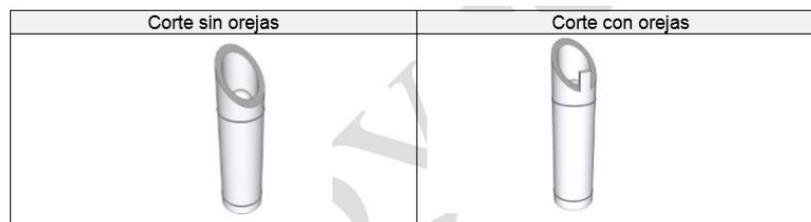
Gráfico 41 Corte recto



Fuente: Diseño y construcción de bambú.

4.1.5.6.2 CORTE A BISEL

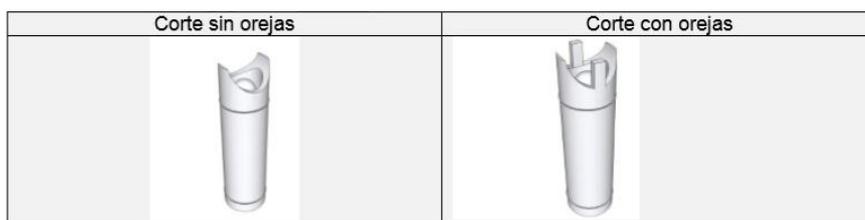
Gráfico 42 Corte A bisel



Fuente: Diseño y construcción de bambú.

4.1.5.6.3 CORTE BOCA DE PESCADO

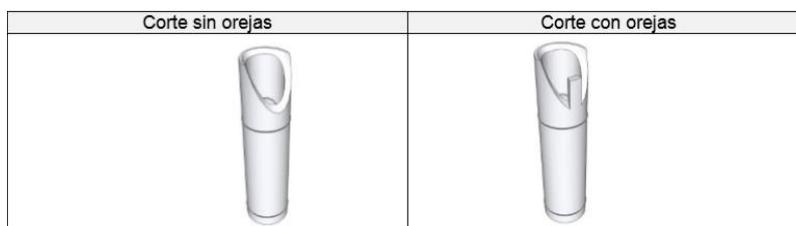
Gráfico 43 Corte boca de pescado



Fuente: Diseño y construcción de bambú.

4.1.5.6.4 CORTE PICO DE FLAUTA

Gráfico 44 Corte pico de flauta



Fuente: Diseño y construcción de bambú.

4.1.6 PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR.

En Ecuador no existen datos confirmados sobre la superficie de bambúes que poseen. Por ejemplo CORPEI (2003) señala que el país cuenta con aproximadamente 10.000 has. de bambú, de las cuales, se estiman que 5.000 has. provienen de plantaciones, plantadas mayoritariamente con las especies *Guadua Angustifolia* y *Dendrocalamus Asper*. (Ecuador, 2011)

Son especies de uso múltiple porque tiene la capacidad de generar productos forestales madereros, productos forestales no madereros y servicios eco sistémico. Los usos son variados y eficientes. (Ecuador, 2011)

Los bambúes tienen registros de más de 1500 usos documentados, entre los que se encuentran: material de construcción en bruto, viviendas, alimento, papel, pisos, paneles (paneles de madera plywood, laminados, suelos parquet), adornos, muebles, cestas, sillas, mesas, lámparas puentes, instrumentos musicales, abanicos, utensilios, juguetes, carbón vegetal, industrias farmacéuticas, instrumentos musicales, sistemas de irrigación y apoyos agrícolas, todos hechos con bambúes de diferentes especies. (Ecuador, 2011)

Son eficientes porque se utiliza todas las partes de la planta: rizomas, culmos, yema, hoja caulinar, ramas, follaje y frutos.

La razón de tantos usos es sencilla, ningún otro recurso natural posee más versatilidad, ligereza, flexibilidad, resistencia, dureza, adaptabilidad climática, resistencia a los terremotos, rápido crecimiento, fácil manejo y belleza visual. Y por encima de todas estas razones, se encuentra el hecho de que el bambú es el material de construcción con un costo más efectivo, que además cumple fácilmente requerimientos ambientales y del International Building Code (IBC). De modo que no es ninguna exageración afirmar que la Guadua, bambú nativo de América, es la especie vegetal del futuro. Entre las ventajas comparativas y competitivas del bambú resalta su rápido crecimiento y desarrollo, por ejemplo la especie *Guadua angustifolia* ha registrado un crecimiento diario hasta de 21 cm, esto permitirá obtener cosechas en un tiempo corto (5 a 6 años) y una altura máxima (30 m) en seis meses. (Ecuador, 2011)

Las plantas crecen desde el suelo con un diámetro fijo, sin incrementos de este con el tiempo. El diámetro máximo registrado para una planta de Guadua es de 25 cm. La caña guadua es reconocida como el tercer bambú más alto del mundo y considerada entre las 20 mejores especies de bambú del planeta. Por ser una planta C4 realiza un proceso fotosintético muy eficiente, lo cual hace que produzca más biomasa en progresiones geométricas que otras especies tropicales de la región. (Ecuador, 2011)

Otra ventaja de la guadua, es que es un recurso renovable y sostenible por su gran capacidad de auto regeneración, así un guadual bien manejado puede producir entre 1200 y 1350 tallos por hectárea cada año. Un bosque natural de guadua presenta un conglomerado promedio de tallos entre 3000 a 6000/ha. en diferentes estados de madurez, siendo los tallos maduros y muy maduros los de mayor porcentaje (40-70%). (Ecuador, 2011)

Prácticamente constituyen rodales perennes pudiendo ser cosechados después de los 20 años sin perder sus rendimientos continuos. Incluso si su cultivo se lleva a cabo correctamente, el bambú *Guadua Angustifolia* puede tener una producción ilimitada una vez que esta comienza, sin unos cuidados excesivos. (Ecuador, 2011)

Todos estos atributos han convertido al bambú en una planta protagonista del siglo XXI y a la *Guadua angustifolia* por sus condiciones únicas de sostenibilidad, rápido crecimiento y gran versatilidad en una especie forestal no maderable con mucho potencial para ser incorporada en planes, programas y/o proyectos confines de restauración ecológica; manejo de rodales naturales con objetivos ambientales tales como regulación hidrológica, captura de CO₂, entre otros; y plantaciones con propósitos comerciales y sociales. (Ecuador, 2011)

4.2 MADERA

4.2.1 ORIGEN

La madera proviene de los árboles. Este es el hecho más importante a tener presente para entender su naturaleza. El origen de las cualidades o defectos que posee pueden determinarse a partir del árbol de donde proviene. La madera tiene una compleja estructura natural, diseñada para servir a las necesidades funcionales de un árbol en vida, más que ser un material diseñado para satisfacer necesidades de carpinteros. (tecnologico, 2011)

La facilidad con que la madera puede técnicamente trabajarse es origen de formas arquitectónicas. En casi todas las culturas, la arquitectura más temprana se hizo en madera, siendo una especie de campo experimental para estructuras posteriores y nuevas culturas de formas. La madera como material dominante en arquitectura es propia de los climas septentrionales o similares. Pese a esta limitación geográfica, su arco de influencia sigue siendo enorme en todo el mundo. El otro factor importante a este respecto es su rica variedad de calidades y formas. Por eso, la madera mantiene aún hoy una categoría similar a la que tuvo en los tiempos de la antigüedad, cuando los prototipos nacidos de ella sirvieron de modelos originales para las columnas, dinteles y ornamentos esculpidos en piedra. Actualmente, su fácil transportabilidad -una característica básica de creciente repercusión- favorece su uso. Teniendo en cuenta sus resultados positivos, los elementos de construcción prefabricados, o incluso el edificio completo, suelen casi siempre ser de madera, o de materiales sintéticos derivados de esta. (Salinas, 2005)

Las calidades biológicas de la madera, su escasa conductividad térmica, su relación cercana al hombre y a la naturaleza, su tacto agradable y la posibilidad de diferentes tratamientos de superficie que ofrece, han permitido el mantenimiento de un puesto dominante en la arquitectura de interiores, a pesar de todos los últimos experimentos y se han hecho en diferentes estilos. (Salinas, 2005)

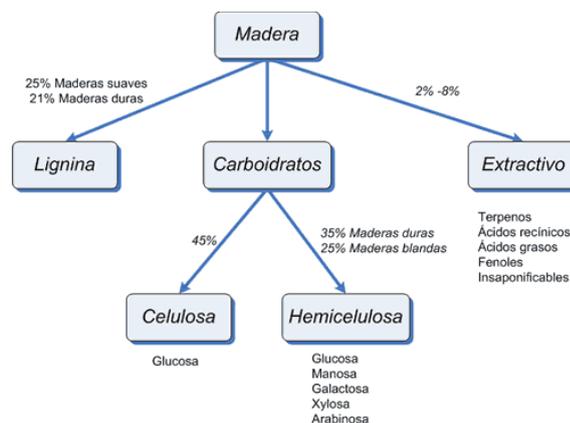
Aunque la madera, en principio, es un elemento de construcción más caro que el hormigón y el acero ofrece un tipo de diseño, una estética y una calidez que no ofrecen esos otros materiales. La madera para uso estructural se puede encontrar en el mercado en forma de madera maciza, madera laminada encolada, madera micro-laminada, tableros derivados de la madera y paneles prefabricados. Existe un aspecto muy positivo que merece la pena destacar: la madera como material de construcción es seguramente la única materia prima renovable que se utiliza a gran escala y su uso no daña el medio ambiente. (Salinas, 2005)

4.2.2 COMPOSICIÓN.

En lo referente a la composición de las maderas, al igual que cualquier sustancia de origen natural orgánico, estarán formadas por carbono (50%), oxígeno (42%), hidrógeno (6%) y nitrógeno (0.2%), principalmente, además de otros elementos inorgánicos como fósforo, sodio o calcio. En cuanto a los componentes moleculares tenemos:

- Celulosa (50%): es un hidrato de carbono que se descompone rápidamente con la humedad, pero es inalterable en ambiente seco. (Presa, 2015)
- Lignina (20%): no se conoce con exactitud su composición química, pero es la sustancia que actúa como cementante, endureciendo la madera. (Presa, 2015)
- Hemicelulosa (~20%): es la responsable de la unión fibrosa en la madera, sin influir en la dureza ni en las propiedades mecánicas. Son fácilmente atacables por los hongos.
- Otras: como colorantes, resinas, almidón, taninos, oleínas, azúcares, etc. (Presa, 2015)
- En cualquier caso, las composiciones dadas pueden variar, en mayor o menor medida, dependiendo del tipo de árbol y de las condiciones de crecimiento. (Presa, 2015)

Gráfico 45 Composición de la madera



Fuente: (Presa, 2015)

4.2.3 CLASIFICACIÓN.

La madera se puede clasificar de 2 formas.

- Madera natural.
- Madera artificial.

4.2.1.1 MADERA NATURAL.

- Maderas duras.
- Maderas blandas.

4.2.1.1.1 MADERAS DURAS.

Las maderas duras son aquellas que producen los árboles de un crecimiento lento, por los que pesan más y soportan mejor las inclemencias del tiempo que las blandas. Estas maderas proceden de árboles que tardan décadas, e incluso siglos, en alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas en la elaboración de muebles o vigas de los caseríos o viviendas unifamiliares. Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son de mucha mayor calidad. También son muy empleadas para realizar tallas de madera. Ejemplos de las maderas duras: (Presa, 2015)

- Haya, Roble, Nogal, Ébano, Cerezo, Castaño, Fresno, Olivo.

4.2.1.1.2 MADERAS BLANDAS.

La ventaja respecto a las maderas duras, es que tienen un período de crecimiento mucho más corto, que provoca que su precio sea mucho menor. Este tipo de madera no tiene una vida tan larga como las duras. Dar forma a las maderas blandas es mucho más sencillo, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas, por lo que el acabado es mucho peor. Además, la carencia de veteado de esta madera le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla. (Presa, 2015)

4.2.1.2 MADERA ARTIFICIAL.

Las maderas artificiales son elaboradas a partir de láminas o virutas de maderas.

Se pueden clasificar por el proceso de fabricación a utilizar:

- Aglomerado
- Contrachapado
- Tableros de fibra
- Laminados.

4.2.1.2.1 AGLOMERADO

Están fabricados con madera triturada o virutas de madera unida por medio de un aglomerante sintético. Presentan una superficie bastante lisa, que admite todo tipo de revestimiento (lacados, barnizados, pintado, chapado en madera, plastificado). (Presa, 2015)

4.2.1.2.2 CONTRACHAPADA

Se fabrica mediante la unión encolada y prensada de varias láminas finas de madera, colocándolas con sus fibras perpendiculares entre sí para obtener mayor resistencia en todas las direcciones. (Presa, 2015)

4.2.1.2.3 TABLEROS DE FIBRA.

Se obtienen uniendo partículas o fibras de madera con una resina sintética y luego prensando. Uno de los más empleados es el **DM**. (Presa, 2015)

4.2.1.2.4 LAMINADOS

Están formados por una base de tablero artificial al que se le ha pegado una lámina muy fina de madera o plástico con un vetado o acabado atractivo. (Presa, 2015)

4.2.4 PROPIEDADES

4.2.1.3 PROPIEDADES TÉRMICAS

Las propiedades térmicas hacen de la madera un material muy confortable y noble, y son en gran medida, responsables de su utilización. Las dilataciones térmicas son muy reducidas y quedan enmascaradas por las contracciones higroscópicas. (Salinas, 2005)

El calor específico es reducido, sobre $c=0,324$ Kcal/kg°C. El aislamiento como material de construcción es excelente (en la dirección perpendicular a la fibra, $\lambda= 0,362$ Kcal/mm²·h·°C), incluso en condiciones de bajas temperaturas y humedad. (Salinas, 2005)

Relacionado con los anteriores se define el coeficiente de difusión como: $\alpha = \lambda / c \cdot \rho \approx 0,00055$ (m²/h)

Dicho valor mide la inercia térmica del material, y es excelente (c es calor específico y ρ peso específico). La radiación de la madera depende del acabado superficial, y es en general igual o superior a la de los metales más usuales, y puede llegar casi hasta 0,90. (Salinas, 2005)

Si tenemos en cuenta todas las propiedades térmicas de la madera, gran aislante térmico incluso en condiciones de frío y humedad, (si tenemos en cuenta los espesores usuales en construcción), no dilata, gran inercia térmica, gran radiación, y finalmente el aspecto “cálido” como material natural, entenderemos que es un material idóneo desde el punto de vista térmico. (Salinas, 2005)

Respecto a las condiciones acústicas son muy variables según la constitución del panel o elemento, que puede oscilar entre una absorción de casi el 80% hasta una reflexión en torno al 90%. En general puede ser aislante aceptable al ruido aéreo (30 mm suponen 25 dBA de media) y deficiente al ruido de impacto. (Salinas, 2005)

4.2.1.4 PROPIEDADES MECÁNICAS.

4.2.1.4.1 TRACCIÓN PARALELA A LA FIBRA.

La madera tiene una elevada resistencia a tracción paralela a la fibra. En la madera libre de defectos alcanza valores superiores a los conseguidos en la flexión. Sin embargo, en la madera clasificada, los valores característicos oscilan entre 80 y 180 kp/cm². Como ejemplo de piezas solicitadas a este esfuerzo se encuentran, principalmente, los tirantes y los pendolones de las cerchas. La relación entre la tensión y la deformación en esta sollicitación es prácticamente lineal hasta la rotura. (Salinas, 2005)

4.2.1.4.2 TRACCIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA.

La resistencia de la madera a la tracción perpendicular a la fibra es muy baja (del orden de 30 a 70 veces menos que en la dirección paralela). El valor característico de la resistencia a tracción perpendicular es de 3 a 4 Kp/cm². Esta baja resistencia se justifica por las escasas fibras que tiene la madera en la dirección perpendicular al eje del árbol (radios leñosos) y la consiguiente falta de tracción transversal de las fibras longitudinales. Este hecho, que podríamos denominar como de economía de medios, es coherente con las reducidas necesidades resistentes del árbol en esa dirección. En la práctica y aplicado a las estructuras, esta sollicitación resulta crítica únicamente en piezas de directriz curva (arcos, vigas curvas, etc.) (Salinas, 2005)

4.2.1.4.3 COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA.

La resistencia a compresión paralela a la fibra de la madera es elevada, alcanzando valores característicos en la madera clasificada de 160 a 230 Kp/cm². Esta propiedad resulta importante en una gran cantidad de tipos de piezas, como pilares, montantes de muros entramados, pares de cubierta, etc. Debe recordarse, que el cálculo de los elementos comprimidos incluye la comprobación de la inestabilidad de la pieza (pandeo), en el que influye decisivamente el

módulo de elasticidad. El valor relativamente bajo de este módulo reduce en la práctica la resistencia a la compresión en piezas esbeltas. (Salinas, 2005)

4.2.1.4.4 COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA.

La resistencia a compresión perpendicular a la fibra es, como ocurre con las propiedades transversales, muy inferior a la existente en la dirección paralela. Los valores característicos de resistencia varían entre 43 y 57 Kp/cm², lo que representa la cuarta parte de la resistencia en dirección paralela a la fibra. (Salinas, 2005)

4.2.1.4.5 FLEXIÓN.

La resistencia a flexión de la madera es muy elevada, sobre todo comparada con su densidad. Los valores característicos de la resistencia a flexión de las coníferas, que se utilizan habitualmente en estructuras, varían entre 140 y 300 Kp/cm². La flexión se origina por un momento flector, que produce en la sección de la pieza tensiones de compresión y de tracción paralelas a la fibra, que tienen sus valores máximos en las fibras extremas y que son nulas en la fibra neutra. (Salinas, 2005)

4.2.1.4.6 CORTANTE

Los valores característicos de la resistencia a cortante (por deslizamiento) varían entre 17 y 30 Kp/cm² en las especies y calidades utilizadas habitualmente en la construcción. Las tensiones tangenciales por rodadura de fibras solo se producen en casos muy concretos, como son las uniones encoladas entre el alma y el ala de una viga con sección en doble T. El valor de la resistencia por rodadura es del orden del 20 al 30% de la resistencia por deslizamiento. (Salinas, 2005)

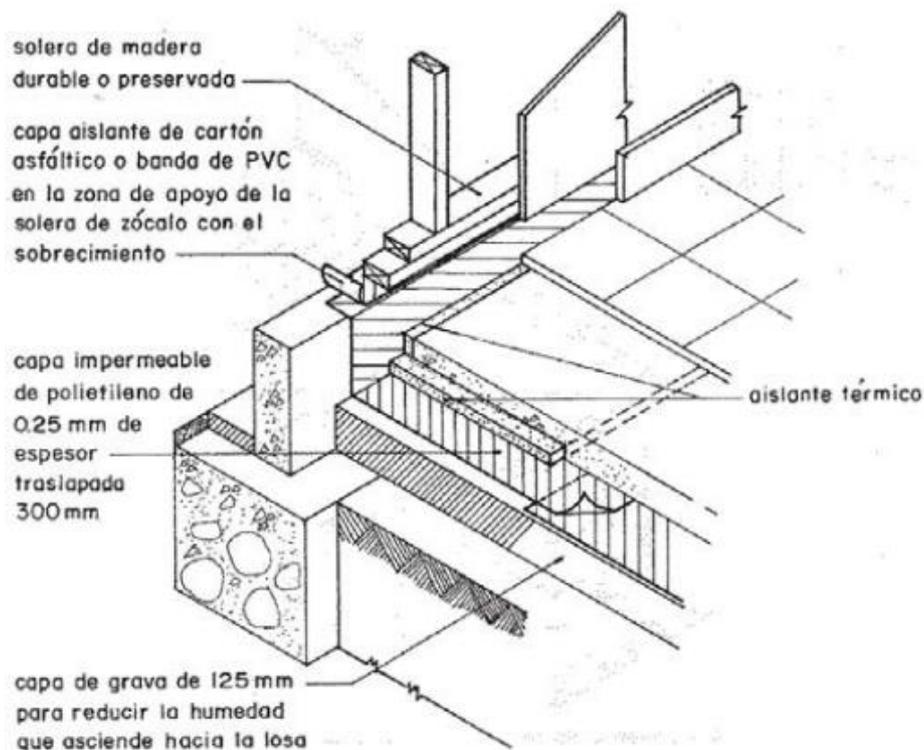
4.2.1.4.7 MODULO ELÁSTICO.

En la madera, el módulo de elasticidad en dirección paralela a la fibra adopta valores diferentes según se trate de sollicitaciones de compresión o de tracción. En la práctica se utiliza el único valor del módulo de elasticidad para la dirección paralela a la fibra, adoptando el valor “aparente” del módulo de elasticidad en flexión (que resulta un valor intermedio entre el de tracción y el de compresión). Su valor varía entre 70.000 y 120.000 Kp/cm² dependiendo de la calidad de la madera. En la dirección perpendicular a la fibra se toma, análogamente, un único módulo de elasticidad, cuyo valor es 30 veces interior al paralelo a la fibra. (Salinas, 2005)

4.2.5 APLICACIÓN

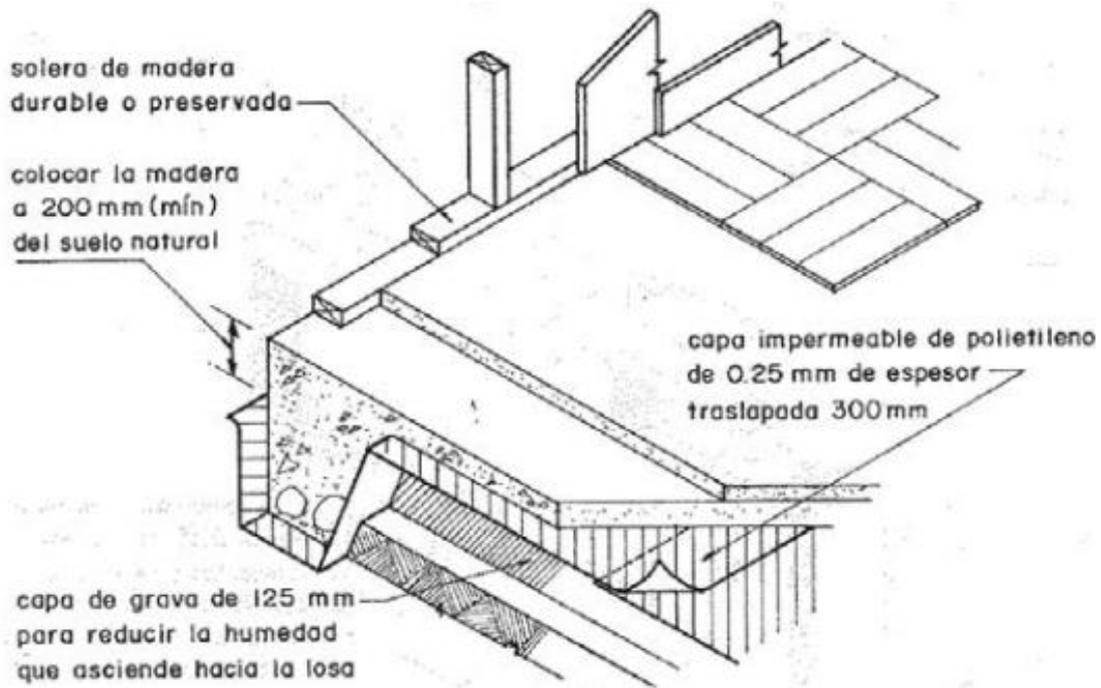
4.2.1.5 CIMENTACIONES

Gráfico 46 Protección de la humedad del suelo en una losa o piso



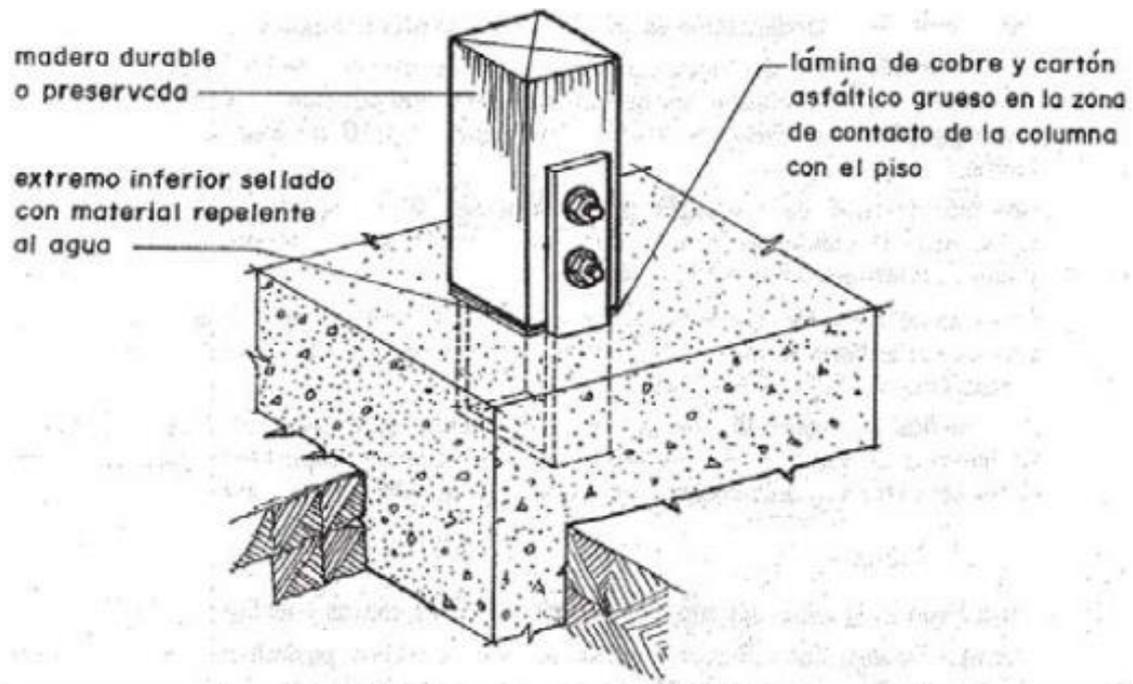
Fuente: NEC – Estructura de Madera.

Gráfico 47 Protección de la humedad del suelo en una placa o losa de cimentación



Fuente: NEC – Estructura de Madera.

Gráfico 48 Protección de la humedad en columnas en contacto con el piso

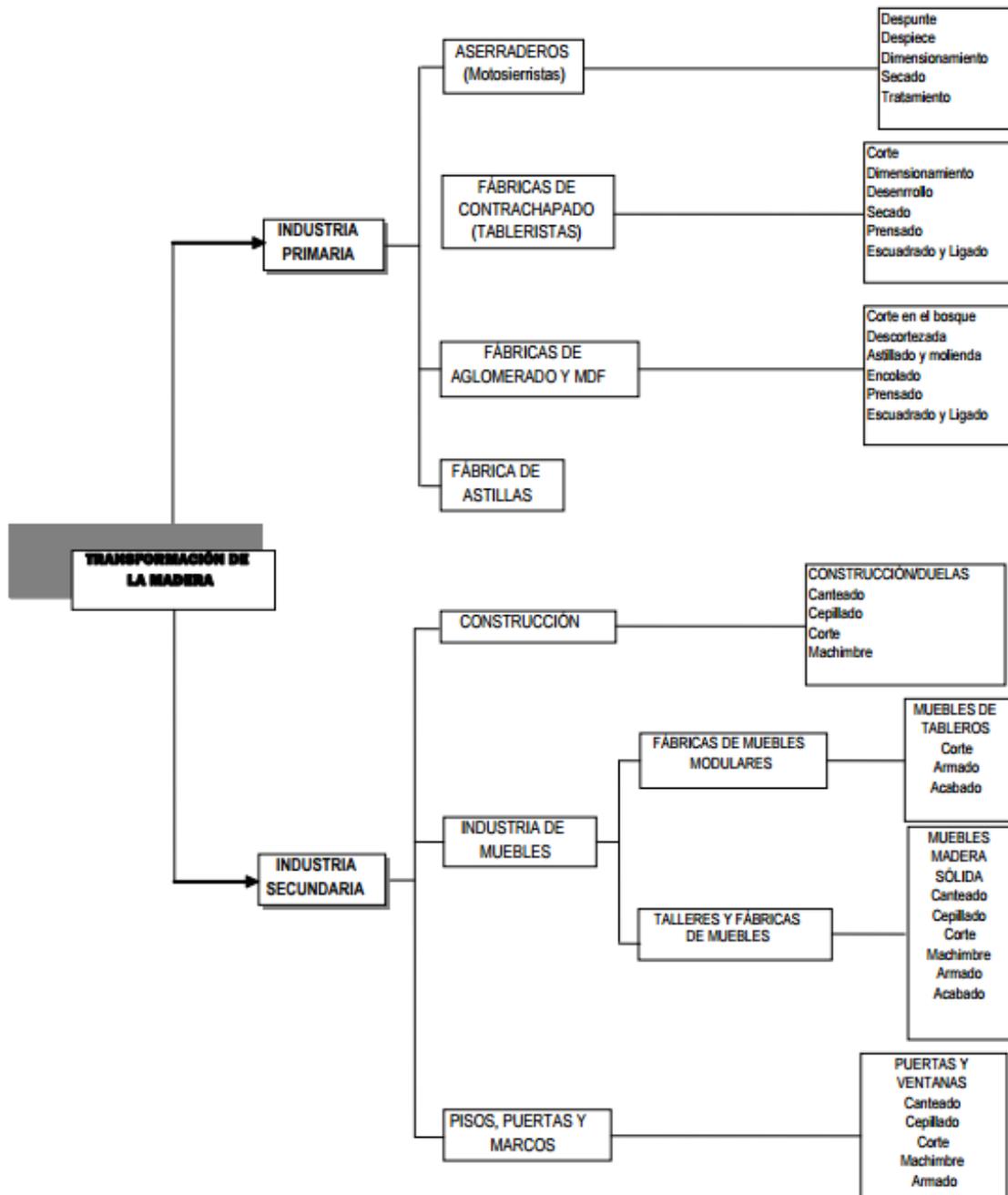


Fuente: NEC – Estructura de Madera.

4.2.6 PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR

La industria forestal en el Ecuador, comprende la transformación primaria y secundaria de la madera; y la comercialización de los productos que se obtienen de ésta.

Gráfico 49 Industria maderera ecuatoriana y procesos



Fuente: (SUB-SECTOR TRANSFORMADORES Y COMERCIALIZADORES DE MADERA EN ECUADOR, 2012)

maderas	nombre comercial	propiedades	usos	presentacion comercial	lugares disponibles	observaciones
aceite cabino	copaiba	semidura, semipesada, pe= 550 a 750kg/m3	vigas, columnas machimbreados.	tablon, tucos	Morona Santiago	es una madera de alto costo y de explotacion escasa.
algarorro	azucar moyo, tocte	dura y pesada pe= 750 a 950kg/m3	todo tipo de estructuras	tablon, tucos	Morona Santiago	es una madera de alto costo y de explotacion escasa.
canelo amarillo	chachajillo, canelo amarillo	semidura, semipesada, pe= 550 a 750kg/m3	cosntruccion y estructuras de viviendas	tablon, tucos, tablas, duelas, vigas	Morona Santiago, Azuay,	es comercial, pero por su estetica, es de alto costo
chalde	caoba, chalde	blanda y liviana, pe= 400 a 550kg/m3	terminados	tablon, tucos, tablas, duelas, tomecados	Morona Santiago, Azuay,	es una madera de alto costo y de explotacion escasa.
nogal cafetero	laurel, laurel negro	blanda y liviana, pe= 400 a 550kg/m3	estructuras casas y botes.	tablon, tucos, tablas, duelas	Morona Santiago, Azuay,	es comercial pero de alto costo
Manual de Identificacion de Especies Forestales de la Subregion Andina, Atlas de maderas tropicales de América Latina						
chanul	chanul	dura y pesada pe= 800 a 850kg/m3	construccion, barcos, carpinteria	tablon, tucos, tablas, duelas, vigas	region oriental, Azuay	es comercial pero de alto costo
eucalipto	eucalipto	dura y pesada pe= 550 a 750kg/m3	cosntruccion y estructuras de viviendas	vigas, rollizos, tiras, tablonnes, tucos	toda region austral y oriental	es una madera muy comercial, pero no tiene buenas caracteristicas estructurales sino esta seca
seique	Zeique, tornillo	semidura y semipesada, pe= 350 a 450kg/m3	cosntruccion y estructuras de viviendas	tablon, tucos, tablas	region oriental, esmeraldas, Azuay	es comercial y se la considera dentro de las maderas estructurales
colorado	palo rojo, pai pai, bejuquillo	pesada y dura pe= 750 a 900kg/m3	cosntruccion y estructuras de viviendas	tablon, tucos, tablas	region oriental, Azuay	es una madera de alto costo y de explotacion escasa.
From the forest of Ecuador, AIMA, Quito Ecuador						

4.2.1.6 CONTACTOS DE PRODUCCIÓN DE GUAYAQUIL.

4.2.1.6.1 MADERAS TROPICALES

MADERAS TROPICALES

DIRECCIÓN: BAQUERIZO MORENO Y JUAN MONTALVO MERCADO

ARTESANAL: GUAYAQUIL LC 130 - 132

UBICACIÓN: GUAYAQUIL, GUAYAS, ECUADOR, QUITO

TELÉFONO: 04-2306420

CELULAR: 0997097229

4.2.1.6.2 DISMAC C. A.

DIRECCIÓN: C. BALLÉN 1300-1308 Y AV. QUITO, ESQ.)

UBICACIÓN: GUAYAQUIL, GUAYAS, ECUADOR, QUITO

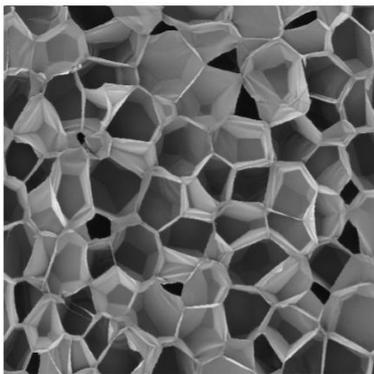
TELÉFONO: 04-2320321 FAX: 04-2531888

4.3 ESPUMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

4.3.1 ORIGEN

El Poliestireno Expandido, o de forma abreviada EPS, es una espuma plástica, rígida y ligera fabricada a partir de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad de un agente expandente, el pentano. Cuando estas perlas se someten a alta temperatura mediante vapor de agua, el pentano se evapora expandiendo las perlas en una primera fase hasta 50 veces su volumen inicial. Tras un almacenaje o maduración de las perlas pre expandidas, se someten nuevamente a inyección de vapor confinadas en moldes cerrados, expandiéndose nuevamente hasta soldarse entre sí para formar bloques o formas adaptadas a aplicaciones específicas, quedando así el EPS listo para su incorporación en el mercado. (Navarro, 2012)

Gráfico 50 Sección del EPS



Fuente: (Navarro, 2012)

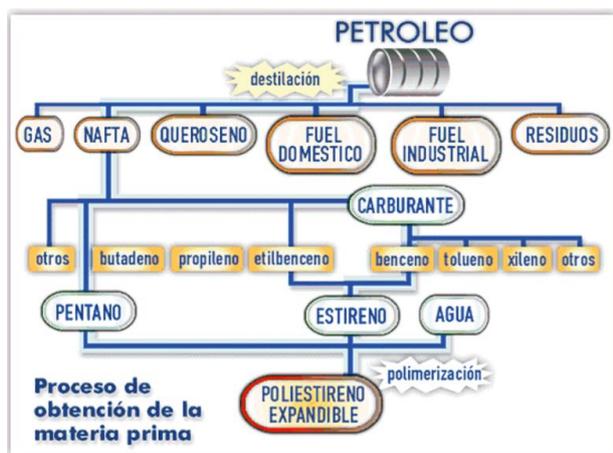
El EPS se utiliza en el sector de la construcción principalmente como aislamiento térmico y acústico; en el campo del envase y embalaje para diferentes sectores de actividad y en una serie de aplicaciones diversas. (Navarro, 2012)

4.3.2 COMPOSICIÓN

4.3.5.6 MATERIA PRIMA

El poliestireno expandido se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible. Esta materia prima, es un polímero del estireno (plástico celular y rígido) que contiene un agente expansor: el pentano. Como todos los materiales plásticos, el poliestireno expandido deriva en último término del petróleo. (Navarro, 2012)

Gráfico 51 Obtención polímero expandible



Fuente: (Navarro, 2012)

A partir del procesado del gas natural y el del petróleo se obtienen, mayoritariamente como subproductos, el etileno y diversos compuestos aromáticos. De los cuales obtenemos el estireno. Este estireno monómero junto con el agente expansor (pentano) sufre un proceso de polimerización en un reactor con agua dando lugar al poliestireno expandible, la materia prima de partida para la fabricación del poliestireno expandido. (Navarro, 2012)



Fuente: (Navarro, 2012)

4.3.5.7 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL EPS

Una vez obtenido el poliestireno expandible, materia prima del poliestireno expandido, utilizaremos métodos puramente físicos para obtener el EPS. Estos métodos constan en cuatro etapas que a continuación se explicarán:

4.3.5.7.1 ETAPA 1 – PRE EXPANSIÓN

La materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas pre expansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aproximadamente 80 – 100 °C. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m³ a densidades que oscilan entre los 10 – 30 kg/m³. En el proceso de pre expansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior. (Moyano, 2012)

4.3.5.7.2 ETAPA 2 – REPOSO INTERMEDIO Y ESTABILIZACIÓN

Cuando las partículas recién expandidas se enfrían, se crea un vacío en su interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. Para ello, el material se deja reposar en silos ventilados durante un mínimo de 12 horas. De este modo las perlas alcanzan una mayor

estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación. (Navarro, 2012)

Dependiendo de la densidad aparente del poliestireno expandido a transformar, puede someterse la materia prima pre expandida a una segunda pre expansión, o bien, directamente pasar al proceso de transformación propiamente dicho. (Navarro, 2012)

4.3.5.7.3 ETAPA 3 – PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

- **Bloque:** La perla expandida entra en un bloque en el que se ve sometida a un proceso de soldadura, que se consigue mediante su sometimiento a una aportación de vapor de agua durante un periodo que varía según el tipo de densidad aparente de la pieza a obtener, proceso realizado en una autoclave, después de un proceso de estabilización sale de la máquina un bloque. (Navarro, 2012)
- **Moldeado:** El moldeado es un proceso similar al del bloque, solo que éste se realiza en una máquina en la cual hay un molde con la forma concreta de la pieza que se va a fabricar. En este proceso el material se introduce en el molde y es soldado mediante aporte de calor. (Navarro, 2012)

4.3.5.7.4 ETAPA 4 – CORTE MECANIZADO

- **Corte en recto:** Los bloques de poliestireno expandido obtenidos pueden ser cortados en planchas como último paso del proceso de fabricación para dejar el material preparado para servir al consumidor. Dicho proceso se lleva a cabo mediante la utilización de una mesa de corte en tres dimensiones en la que hay dispuesto un sistema de hilos calientes que nos permiten hacer del bloque tantas planchas como sea posible de las medidas requeridas. El tamaño final de cada plancha puede ser ajustado para satisfacer las necesidades de los clientes. (Navarro, 2012)

- Corte en formas: Cuando es necesario obtener formas más complicadas, el bloque es mecanizado en pantógrafos de control numérico, que permite realizar cortes en dos dimensiones. (Navarro, 2012)

4.3.3 CLASIFICACIÓN

Existen 4 tipos de espuma de poliestireno, la que se utiliza para la construcción en el poliestireno expandido.

4.3.3.1 POLIESTIRENO DE CRISTAL

El producto de la polimerización del estireno puro se denomina poliestireno cristal o poliestireno de uso general (GPPS General Purpose Polystyrene, siglas en inglés). Es un sólido transparente, duro y frágil. Es vítreo por debajo de 100 °C. Por encima de esta temperatura es fácilmente procesable y puede dársele múltiples formas que es transparente, rígido y quebradizo. (CIT, 2011)

4.3.3.2 POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO

La resistencia mecánica del material, se puede añadir en la polimerización hasta un 14% de caucho (casi siempre polibutadieno). El producto resultante se llama poliestireno de alto impacto (HIPS, High Impact Polystyrene, siglas en inglés). Es más fuerte, no quebradizo y capaz de soportar impactos sin romperse. Su inconveniente principal es su opacidad, si bien algunos fabricantes venden grados especiales de poliestireno impacto translúcido. (CIT, 2011)

4.3.3.3 POLIESTIRENO EXPANDIDO

otro miembro de esta familia es el poliestireno expandido (EPS, siglas en inglés). Consiste en 95% de poliestireno y 5% de un gas, generalmente pentano que forma burbujas que reducen la densidad del material. Su aplicación principal es como aislante en construcción y para el embalaje de productos frágiles, muy ligero. (CIT, 2011)

4.3.3.5 POLIESTIRENO ESPUMA MEDIANTE EXTRUSION

Después de la poliestireno cristal fundido se puede obtener, mediante inyección de gas, una espuma rígida denominada poliestireno extrudado (XPS). Sus propiedades son similares a las del EPS, con el cual compite en las aplicaciones de aislamiento, pero a diferencia del EPS, el poliestireno extrudado presenta burbujas cerradas, por lo que puede mojarse sin perder sus propiedades aislantes. (CIT, 2011)

4.3.4 PROPIEDADES

4.3.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS

4.3.4.1.1 DENSIDAD

Los productos y artículos acabados en poliestireno expandido (EPS) se caracterizan por ser extraordinariamente ligeros, aunque resistentes. En función de la aplicación las densidades se sitúan en el intervalo que va desde los 10kg/m³ hasta los 50kg/m³. (ANAPE, 2011)

4.3.4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

La resistencia a los esfuerzos mecánicos de los productos de EPS se evalúa generalmente a través de las siguientes propiedades:

Resistencia a la compresión para una deformación del 10%.

Resistencia a la flexión. -Resistencia a la tracción.

Resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante.

Fluencia a compresión

4.3.4.3 PROPIEDADES TÉRMICAS

Los productos y materiales de poliestireno expandido (EPS) presentan una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío. Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de

una estructura celular conformada por el poliestireno. Aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (poliestireno). De todos es conocido que el aire en reposo es un excelente aislante térmico. (ANAPE, 2011)

4.3.4.3.1 COMPORTAMIENTO FRENTE AL AGUA

El poliestireno expandido no es higroscópico. Incluso sumergiendo el material completamente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores oscilando entre el 1% y el 3% en volumen (ensayo por inmersión después de 28 días). Nuevos desarrollos en las materias primas resultan en productos con niveles de absorción de agua aún más bajos. (ANAPE, 2011)

4.3.4.3.2 COMPORTAMIENTO FRENTE FACTORES ATMOSFÉRICOS

La radiación ultravioleta es prácticamente la única que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento logran erosionarla. Debido a que estos efectos sólo se muestran tras la exposición prolongada a la radiación UV, en el caso de las aplicaciones de envase y embalaje no es objeto de consideración. (ANAPE, 2011)

Tabla 12. Propiedades Físicas

PROPIEDADES	NORMA UNE	UDS.	VALORES MARGEN DE OSCILACIÓN
DENSIDAD Nominal	EN-1602	Kg/m ³	10-35
DENSIDAD Mínima		Kg/m ³	9-31.5
ESPESOR MÍNIMO		mm	50-20
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ , (10°C)	92201	mW/(mK)	46-33
Tensión por COMPRESIÓN con deformación del 10%. (σ_{10})	EN-826	KPa	30-250
Resistencia permanente a la COMPRESIÓN con una deformación del 2%		KPa	15-70
Resistencia a la FLEXION (σ_B)	EN-12089	KPa	50-375
Resistencia al CIZALLAMIENTO	EN-12090	KPa	25-184
Resistencia a la TRACCION	EN-1607 EN-1608	KPa	<100-580
Módulo de Elasticidad		MPa	<1.5-10.8
Indeformabilidad al calor instantánea		°C	100
Indeformabilidad al calor duradera con 20.000 N/m ²		°C	80
Coefficiente de dilatación térmica lineal		1/K (xE-5)	5-7
Capacidad Térmica Especifica		J/(kgK)	1210
Clase de reacción al fuego		-	M1 ó M4
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 días	EN-12087	% (vol.)	0.5-1.5
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 28 días	EN-12087	% (vol.)	1-3
Indice de resistencia a la difusión de vapor de agua	92226	-	<20-120

Fuente: (ANAPE, 2011)

4.3.4.4 PROPIEDADES QUÍMICAS

El poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos. Si se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias. (ANAPE, 2011)

Tabla 13 Propiedades Químicas

TABLA RESUMEN PROPIEDADES QUÍMICAS	
SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salina (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (35%) , ácido nítrico (50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Ácidos concentrados (sin agua) al 100%	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, ésteres,..)	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina, vaselina	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie
Aceite de diesel	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie

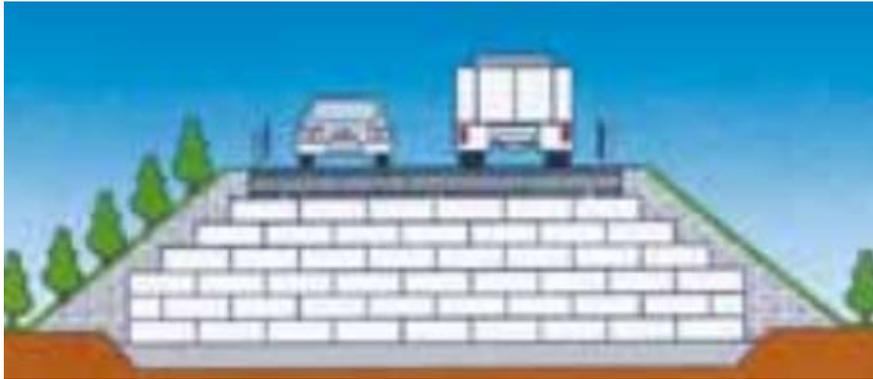
Fuente: (ANAPE, 2011)

4.3.5 APLICACIÓN

4.3.5.1 CIMENTACIÓN EN CARRETERA

El EPS está indicado para terrenos de poca capacidad portante. Con su aplicación, además de reducirse los asentamientos, se evitan los trabajos de consolidación del terreno. (ANAPE, 2011)

Gráfico 53 Cimentación en carretera

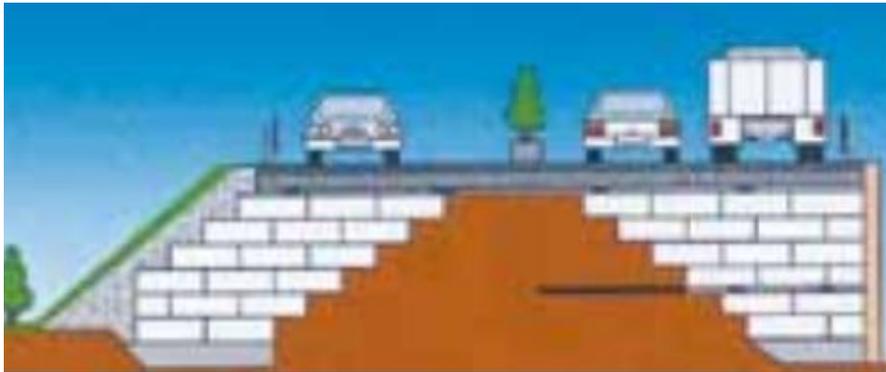


Fuente: (ANAPE, 2011)

4.3.5.2 AMPLIACIÓN DE CARRETERAS

En estos casos, el poliestireno expandido evita riesgos de asentamiento diferenciales. También permite realizar taludes verticales cuando hay poca disponibilidad de espacio. (ANAPE, 2011)

Gráfico 54 Ampliación de Carreteras

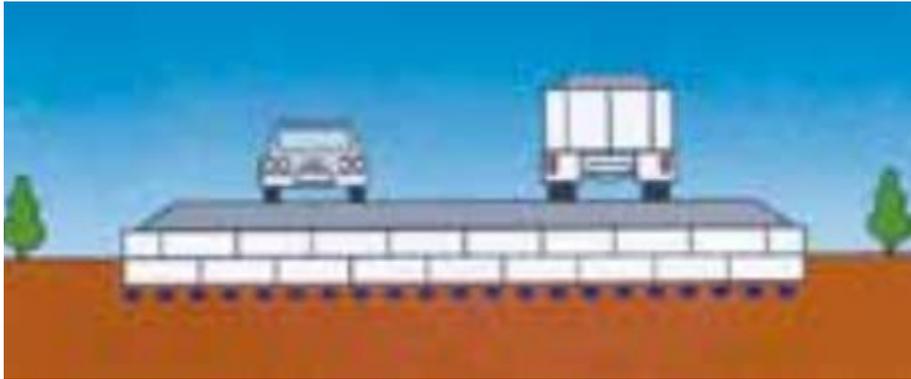


Fuente: (ANAPE, 2011)

4.3.5.3 PROTECCIÓN FRENTE A HELADAS

Esta es la aplicación más antigua y experimentada del uso del EPS en el campo de la ingeniería civil. El poliestireno expandido evita fenómenos de hinchamiento por congelación. (ANAPE, 2011)

Gráfico 55 Protección frente a heladas

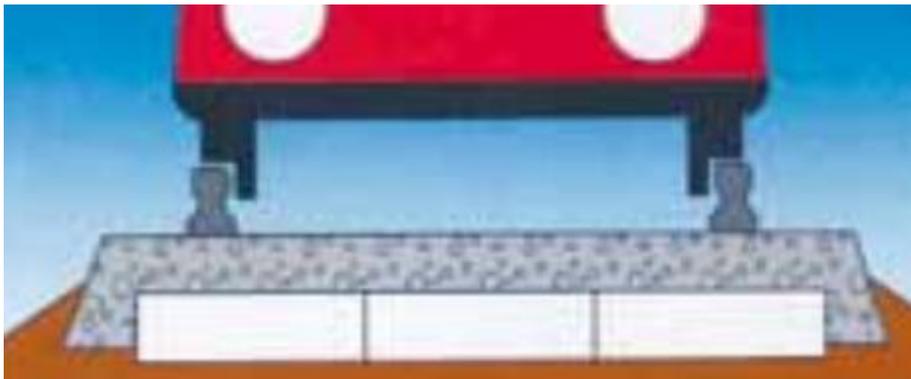


Fuente: (ANAPE, 2011)

4.3.5.4 PROTECCIÓN DE VIBRACIONES

Se utiliza para absorber otras vibraciones producidas por transportes urbanos, como tranvías. Los bloques de EPS se colocan bajo la grava en la que se asientan las vías, facilitando el drenaje y minimizando las vibraciones. (ANAPE, 2011)

Gráfico 56 Protección de vibraciones



Fuente: (ANAPE, 2011)

4.3.5.5 BLOQUES EPS

La evolución de las técnicas de construcción unidas a una mayor facilidad de cálculo de estructuras y a una creciente conciencia de la importancia de preservar recursos, han sido factores que potenciaron el desarrollo de sistemas para el alivianamiento de losas de hormigón armado.

Los bloques macizos de poliestireno, son utilizados como rellenos pasivos, son dimensionalmente estables y tienen una rigidez y capacidad de soportar los esfuerzos de compresión a los que están sometidos en obra. Se fabrican industrialmente a la medida de los planos con flexibilidad de formas y tamaños.

El 98% del volumen del alivianamiento es aire atrapado en una estructura de células cerradas. Esta característica insonoriza la placa de concreto eliminando ruidos de pasos, equipos, voces, etc. El factor de conductividad térmica ($0.026 \text{ Kcal/mh } ^\circ\text{C}$) de este material, lo convierte en un elemento ideal para el aislamiento térmico; es decir que conserva la temperatura interna, bloqueando fugas de Aire Acondicionado o Calefacción disminuyendo los consumos de energía eléctrica y mejorando las condiciones de confort de la edificación.

Gráfico 57. Losa con bloques



Fuente: google.com

4.3.5.6 PLACHAS DE EPS

En este sistema constructivo que es el hormi-2 son con planchas EPS.

El Poliestireno Expandido incorpora múltiples soluciones a los sistemas constructivos, tales como aislamiento termo- acústico de fachadas y cubiertas, se utiliza en forma de bovedillas y casetones para la construcción de forjados aligerados, además es muy útil como material de alivianamiento y de relleno en numerosas aplicaciones de obras civiles. Como elemento decorativo de interiores tenemos las cenefas y las planchas de cielo raso de diferentes tipos y acabados.

Gráfico 58. Planchas de EPS



Fuente: google.com

4.3.6 PRODUCCIÓN EN ECUADOR

En esta empresa puedes conseguir el producto sea por unidad o por un sistema constructivo como lo es el hormi2.

4.3.6.1 *HORMI 2*

La marca italiana Emmedue conjuntamente con Mutualista Pichincha, montan la empresa ecuatoriana Panecons con su planta industrial equipada con tecnología de punta, ubicada en la ciudad de Latacunga, y se dedica a la fabricación y comercialización del sistema constructivo hormi2. Esta se produce bajo norma y licencia italiana del grupo Emmedue, y ha sido probado y utilizado a nivel mundial por más de 30 años con 54 plantas industriales instaladas en los 5 continentes. (hormi2, 2016)

Contactos:

Panecons: Alborada 10ma. Etapa Mz 505 Villa 1

Telf: (04) 604 7958

4.3.6.2 *NOVAWORLD*

Novaworld S. A., es una Empresa Ecuatoriana dedicada a la venta y distribución de Poliestireno Expandido. Además, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes hemos incursionado en las siguientes áreas: instalación de tumbados suspendidos, aislamiento térmico y acústico y en la fabricación de Gel Pack hidratado muy usado en la exportación de pescado fresco.

Estamos ubicados en la ciudad de Guayaquil, el puerto más importante del Ecuador, en el km 5 ½ de la vía a Daule, Centro Comercial El Trébol.

Teléfono: 2 265892 – 2 265921 – 6003200 – 6003201.

Celular: 099602709 - 091060500

4.3.6.3 AISLAPOL S.A

AISLAPOL S.A. se ha dedicado por más de 20 años a la investigación para el desarrollo tecnológico y sistemas constructivos prefabricados en base al Poliestireno Expandido (EPS).

Dirección: Km 9.5 vía Daule calle Palmeras y Casurinas, Lot. INMACONSA.

Contactos: 593-4-2113378 0987-453074 0997-693306

Correo: ventas@aislapol.com

4.4 CORCHO

4.4.1. ORIGEN

El corcho es extraído de la corteza del alcornoque, una especie autóctona de clima Mediterráneo (en la Península Ibérica se desarrolla en un gran triángulo formado por Portugal, Extremadura, Andalucía y Cataluña), de crecimiento lento, que vive entre 150 y 200 años (Montero y Cañellas, 2003), caracterizándose por ser un material renovable, biodegradable y que absorbe CO₂ en su proceso de producción natural, a diferencia de otros materiales que se están utilizando en la actualidad. (Sanz, 2014)

Los alcornocales constituyen ecosistemas de gran riqueza, debido a su diversidad vegetal y animal, que representan espacios vitales para especies amenazadas, además de estar relacionados con importantes funciones ecológicas, como la conservación de suelos y la retención de carbono. Por este motivo, los alcornocales figuran entre los hábitat más valorados de Europa y están dentro del ámbito de aplicación de la Directiva de Hábitats de la Unión Europea. (Sanz, 2014)

4.4.2 COMPOSICIÓN

El corcho es un tejido vegetal homogéneo, formado por células muertas organizadas a modo de colmena, lo que hace de él un material característico por su ligereza (volumen celular vacío cercano al 90%), elasticidad (retoma su forma y posición después de ser sometido a presión, esto favorece a su uso como pavimento), compresibilidad (cede fácilmente a una presión), impermeabilidad (ausencia casi total de capilaridad; absorción de agua por volumen inferior al 3%), aislante térmico (conductividad térmica en torno a 0.04 WmK), durabilidad (mantiene sus cualidades más de 50 años), una buena estabilidad dimensional, un buen comportamiento ante el fuego (Euroclase E), gran resistencia a los agentes químicos y fácil aplicación. (Sanz, 2014)

4.4.3 CLASIFICACIÓN

4.4.3.1 CORCHO LOSETA

En el primer caso, se emplea como revestimiento decorativo para paredes y suelos, donde se ponen losetas barnizadas o enceradas. Su instalación es sencilla en ambos tipos de superficies y asegura una gran durabilidad, aunque requiere el trabajo previo de eliminar las imperfecciones de los sitios donde se han de instalar. (Consumer, 2014)

4.4.3.2 CORCHO PLANCHA

Por su parte, las planchas de corcho negro aglomerado, granulado o expandido, con un grosor mayor que el habitual, se emplean en obras de aislamiento. Se colocan sobre la pared y pueden mantenerse a la vista, tras un proceso de pulido, o bien cubrirse con papel o pintura. Estas planchas garantizan un buen aislamiento térmico y acústico y, gracias a su carácter ligero, se pueden poner incluso en el techo. Actúan como una eficaz barrera frente a las temperaturas extremas. Sin embargo, no son impermeables al vapor, por lo cual puede ser necesario someter el corcho a algún tratamiento específico antes de su colocación. (Consumer, 2014)

4.4.3.3 CORCHO ROLLO

Los rollos de corcho, por sus características, son similares a los que se comercializan en láminas o planchas. Su flexibilidad los hace muy prácticos. Además, en la actualidad, la mayoría incluye un sistema autoadhesivo que hace muy fácil su colocación. (Consumer, 2014)

4.4.4 PROPIEDADES

4.4.4.1 PROPIEDADES CONSTRUCTIVAS

Tabla 14 Propiedades constructivas

Materiales:	Corcho natural expandido
Aglutinantes:	Sin Aditivos
Densidad:	100/120 kg/m ³

Fuente: por el autor

4.4.4.2 PROPIEDADES TÉRMICAS.

Tabla 15 Propiedades térmicas

Coef. de Conducción térmica:	0,037 / 0,04 W/m.°C
Calor específico:	1,67 kJ/kg °C
. Coef. de dilatación térmica:	25 a 50 x 10 ⁻⁶
Contenido en agua	0,004 g/cm ³

Fuente: por el autor

4.4.4.3 PROPIEDADES MECÁNICAS

Tabla 16 Propiedades mecánicas

Resistencia a la flexión:	0,2 kg/cm ²
Resistencia a la compresión:	1,8 kg/cm ²
Resistencia a la compresión (10% deform.	100 Kpa
Resistencia a la tracción:	0,94 kg/cm ²
Resistencia a la tracción perpendicular:	50 KPA
Tensión de compresión:	178 kg/cm ²
Módulo de elasticidad:	5 N/mm ²
Rigidez dinámica (50 mm):	126 N/cm ³

Fuente: por el autor

4.4.4.4 PROPIEDADES TÉRMICAS

Tabla 17 Propiedades Térmicas

Sonidos de impacto	20 dB frec. Bajas	40 dB frec. Medias	30 dB frec. Altas
Ruidos aéreos	30 dB frec. Bajas	35 dB frec. Medias	34 dB frec. altas
Absorción acústica (40 mm):	80 % a 800 hz		
Coef. de absorción a 500 cps	0,33 / 0,3		

Fuente: por el autor

4.4.5 APLICACIÓN

“Actualmente, el corcho aglomerado destinado al sector de la construcción se utiliza como aislante térmico en refrigeradores, como aislante acústico en submarinos y estudios de grabación, para la fabricación de los sellos y juntas de los instrumentos de viento, decoración, suelos, revestimientos interiores, relleno de cámaras de aire, elaboración de hormigones ligeros, para la fabricación de linóleo (los granos más pequeños), según la dosificación del mortero puede utilizarse como capa de compresión y aislante en forjados o como pavimento continuo, puede mezclarse el corcho molido con arcilla para hacer ladrillos refractarios, y un largo etcétera.” (www.subervin.eu)

“El corcho cuenta con una cualidad que sobresale por encima del resto de aislantes: su capacidad de resistir la intemperie. Esto permite utilizarlo en sistemas de aislamiento exterior de fachadas, lo cual está especialmente indicado para rehabilitaciones energéticas. En nuestro clima, siempre es interesante contar con un buen aislamiento en los edificios, sin perder la inercia térmica que ayuda al control climático en meses calurosos.” (www.subervin.eu)

“Se puede concluir que el corcho puede ayudar a mejorar los niveles de confort en el interior de la vivienda y lugar de trabajo” (www.subervin.eu)

4.4.6 PRODUCCIÓN EN EL ECUADOR

4.5 CAUCHO

4.5.1 ORIGEN

El caucho natural es un líquido lechoso que fluye de ciertos árboles, la mayoría de las plantaciones se encuentran en Brasil (Latinoamérica). Con él se hace el conocido hule o goma. Descubierta hace más de un siglo, hoy el caucho es una de las materias primas más importantes del mundo. (Iglesias, 2014)

El nombre de caucho proviene de la palabra cautchuc con la que los indios habitantes de Perú designaban al árbol hevea, y que significa "árbol que llora". Los europeos conocieron por primera vez esta sustancia al producirse el descubrimiento de América, se pudo comprobar la existencia de algunos objetos fabricados por los indios con este material; con ella confeccionaban abrigo, calzados resistentes al agua y pelotas que empleaban en determinados juegos rituales y juntas de canalizaciones de agua herméticas. (Iglesias, 2014)

Gráfico 59 Sangramiento del árbol.



Fuente: monografias.com

4.5.2 COMPOSICIÓN

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. El compuesto de caucho más simple es el isopreno o 2-metilbutadieno, cuya fórmula química es C_5H_8 . A la temperatura del aire líquido, alrededor de $-195\text{ }^\circ\text{C}$, el caucho puro es un sólido duro y transparente. De 0 a $10\text{ }^\circ\text{C}$ es frágil y opaco, y por encima de $20\text{ }^\circ\text{C}$ se vuelve blando, flexible y translúcido. Al amasarlo mecánicamente, o al calentarlo por encima de $50\text{ }^\circ\text{C}$, el caucho adquiere una textura de plástico pegajoso. A temperaturas de $200\text{ }^\circ\text{C}$ o superiores se descompone. El caucho puro es insoluble en agua, álcali o ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y di sulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera lo hace lentamente. (Iglesias, 2014)

4.5.3 CLASIFICACIÓN

4.5.3.1 DESGASTE DEL NEUMÁTICO

Existe una regla en el tiempo de duración de los neumáticos y menciona que, los neumáticos de buena calidad tienen una duración de 40.000 a 50.000 km y neumáticos baja calidad 10.000 km , pero esto dependerá mucho de las condiciones del neumático, así prolongará o disminuirá su tiempo de vida útil. Con esto decimos que en el Ecuador los neumáticos deberán ser reemplazados a los 6 meses y en el mejor de los casos al año, es decir que en este tiempo Ecuador ya cuenta con neumáticos fuera de uso. (Criollo, 2014)

Tabla 18 Clasificación

Elastómeros	Cauchos naturales (NR)	TSR CV: Grados de Látex de viscosidad constante
		TSR L: Grados de Látex de color claro
		TSR 5: Equivalente al grado RSS1
		TSR 10: Grado de coágulo de campo
		TSR 20: Grado de coágulo de campo
	Cauchos sintéticos	Estireno-butadieno (SBR)
		Polibutadieno (BR)
		Isopreno
		Etileno-propileno (EPM-EPDM)
		Isobutileno-isopreno (IIR)
		Caucho de nitrilo (NBR)
		Policloropreno (neopreno)
		Cauchos fluorados (CFM-FKM)
		Cauchos de silicona (Q)
		Termoplásticos

4.5.3.2 CAUCHO NATURAL.

El caucho natural es un hidrocarburo de naturaleza olefinica, pues su estructura está formada por átomos de carbono e hidrógeno, el cual son compuestos básicos de la química orgánica. Lo que le caracteriza a los hidrocarburos olefinicos, es su contenido de hidrógeno ligeramente bajo y por un doble enlace entre átomos de carbono, raccionando fácilmente y obteniendo una serie ilimitada de productos un compuesto más simple de caucho es el isopreno o 2-metibutadieno. (Criollo, 2014)

4.5.3.3 CAUCHO SINTÉTICO

El caucho sintético está formado por reacciones químicas conocidas como condensación o polimerización de hidrocarburos insaturados, estos tienen un compuesto básico llamado monómero, el cual tiene una masa molecular relativamente baja y forman unas moléculas gigantes llamados polímeros. (Criollo, 2014)

La clasificación de los cauchos sintéticos son los siguientes:

Tabla 19 Clasificación de caucho sintético

Tipo de caucho sintético	Característica
Estireno-butadieno (SBR)	Copolímero de 75% butadieno y 25%estireno. Sin vulcanizar es soluble en la mayoría de los solventes hidrocarbonados. Necesita aceleradores poderosos para vulcanizar.
Polibutadieno (BR)	Tienen una flexibilidad muy alta, sobrepasando el hule natural. Buena resistencia a la abrasión, y flexibilidad a baja temperatura.
Isopreno	Con catalizadores el isopreno se acerca a la composición del caucho natural, pero en la práctica varía algo en la longitud y estructura de las moléculas.
Etileno-propileno (EPM-EPDM)	Hidrocarburos etileno y propileno, el cual etileno 50% al 65% en peso. Los dos tienen una resistencia a la luz solar, al ozono y al envejecimiento
Isobutileno-isopreno (IIR)	Copolímero en solución de isobutileno, con porción de isopreno. El poliisobutileno es totalmente saturado y el isopreno proporciona dobles enlaces para su vulcanización.
Caucho de nitrilo (NBR)	Copolímero de acrilonitrilo y butadieno, el acrilonitrilo varía desde 18% a 40%, mayor proporción de acrilonitrilo bajas propiedades físicas y alta resistencia al aceite.
Policloropreno (neopreno)	Líquido parecido al isopreno en estructura química, la diferencia es que tiene un átomo de cloro
Cauchos fluorados (CFM-FKM)	Fluoro-carbono y fluoro-silicona están entre los elastómeros más caros del mercado.
Cauchos de silicona (Q)	Poseen base de silicio, se distinguen por tener átomos alternados de silicio y oxígeno, tienen estabilidad térmica, aislamiento eléctrico, repele al agua y características antiadhesivas.
Termoplásticos	Se funden al ser calentado y solidifican al ser enfriados, sin dañar sus propiedades. Estas combinaciones de propiedades elastómeras y plásticas, sucede con un tipo especial de copolímero, así las unidades de monómero son enlazadas en el centro de la molécula, y en las unidades del otro están semegradas formando bloques en los extremos de la molécula. Denominándose caucho termoplástico.

4.5.4 PROPIEDADES

4.5.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS.

- A bajas temperaturas, se vuelve rígido, y cuando se congela en estado de extensión adquiere estructura fibrosa.
- Calentando a más de 100 °C., se ablanda y sufre alteraciones permanentes.
- El caucho bruto adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica. (Iglesias, 2014)

- La plasticidad del caucho varía de un árbol a otro y también depende de la cantidad de trabajo dado al caucho desde el estado látex, de las bacterias que lo acompañan e influyen en su oxidación y de otros factores. La plasticidad puede modificarse dentro de ciertos límites por la acción de productos químicos. (Iglesias, 2014)
- La densidad del caucho a 0 °C. es de 0.950 a 20 °C. es de 0.934. El caucho bruto deshelado después de la masticación por cilindros fríos no varía de densidad. (Iglesias, 2014)
- Cuando el caucho bruto ha sido estirado y deformado durante algún tiempo, no vuelve completamente a su estado original.
- Si se calienta, la recuperación es mayor que a la temperatura ordinaria. Este fenómeno se denomina deformación residual o estiramiento permanente y es propio del caucho. (Iglesias, 2014)
- El caucho bruto absorbe agua. Los coagulantes usados en el látex al preparar el caucho afectan al grado de absorción de agua; usando ácido clorhídrico, sulfúrico o alumbre se obtienen cauchos con poder de absorción relativamente elevado. El poder de absorción de agua del caucho purificado es muy bajo. (Iglesias, 2014)
- Gran variedad de sustancias es soluble o pueden dispersarse en caucho bruto, tales como el azufre, colorantes, ácido esteárico, N-fenil-2-naftilamina, pigmentos, aceites, resinas, ceras, negro de carbono y otras. (Iglesias, 2014)
- El efecto deteriorante de luz y el calor sobre el caucho se reconoció largo antes del descubrimiento de la vulcanización. (Iglesias, 2014)

4.5.4.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

- La solubilidad del caucho bruto en sus disolventes más comunes no es muy elevada. Para hacer una solución de 10% es necesaria cierta disociación, ya por medios químicos, empleando un oxidante, ya por medio físicos, utilizando un molino. (Iglesias, 2014)
- Los disolventes más usados son el benceno y la nafta. Otros buenos disolventes son el tricloroetileno, tetracloroetano, pentacloroetano, tetracloruro de carbono, cloroformo, tolueno, xileno, keroseno y éter. El caucho se hincha primero poco a poco hasta las consistencias de gel y después éste se dispersa formando una solución. El caucho bruto aumenta de 10 a 40 veces su propio peso en disolventes que a la temperatura ordinaria forman gel con el caucho. (Iglesias, 2014)
- La viscosidad de la solución del caucho bruto es grande.
- El caucho bruto calentado hasta 200 °C. se ablanda y sus soluciones tienen menor viscosidad, pero el número de dobles enlaces se conserva sin alteración.
- Cuando la temperatura se eleva hasta 250 °C., los enlaces dobles se separan y tiene lugar la formación de anillos. El cambio a caucho cíclico eleva la densidad y la solubilidad, el producto obtenido es una dura y frágil resina. (Iglesias, 2014)

4.5.5 APLICACIÓN

La resistencia a donde impacto o explosión se requiere, como en el recámara de ferrocarril, jersey barreras (una barrera de hormigón de protección utilizado como divisor de una carretera). (Viera, 2008)

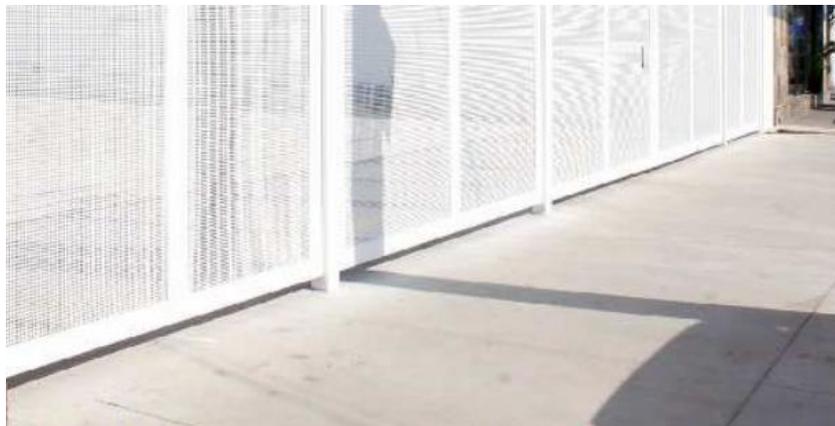
Gráfico 60 Barrera de hormigón



Fuente: (Viera, 2008)

Arquitectura, clavo de concreto, falsas fachadas, el respaldo de piedra y la construcción de interiores, en edificios como absorción de la onda de choque de terremotos. (Viera, 2008)

Gráfico 61 Fachadas



Fuente: (Viera, 2008)

Suelos de seguridad y parques infantiles, para la aplicación en parques infantiles como suelos de seguridad, se requiere cumplir con la norma UNE en 1117, procurando evitar lesiones de niños y brindar seguridad a los padres, para la instalaciones de este piso se utiliza F-NFU con granulometría de 2 – 4 mm o 4 pinturas especiales que realce su color. (Criollo, 2014)

Gráfico 62. Parque de Cuenca



Fuente: <http://www.paulgranda.com/La-Obra-se-ve/Recuperacion-de-Espacios-Publicos/Parque-Inclusivo>

Gráfico 63 Parque de Cuenca 2



Fuente: <http://www.paulgranda.com/La-Obra-se-ve/Recuperacion-de-Espacios-Publicos/Parque-Inclusivo>

Tejas de caucho reciclaje, con el material se puede aplicar en la elaboración de tejas para techos la novedad de este producto apunta al sistema de aislamiento y absorción acústica de la lluvia, este producto es de bajo costo, larga durabilidad, producto térmico y brinda facilidad en su instalación. (Criollo, 2014)

Gráfico 64 Techo de caucho



Fuente: <https://www.veoverde.com/2011/04/techos-hechos-con-neumaticos-reciclados/>

4.5.6 PRODUCCIÓN EN EL PAÍS

4.5.6.1 APCI – ALIBOC S.A.

La empresa se encarga de baldosas y adoquines.

Vía Puntilla Samborondón Km. 16.5 Buijo Solar 13 (300 metros antes del redondel Miguel Yunez)

☎ 04 6008326 - 04 6008326 📱 099 160 9609 ✉ info@apci-aliboc.com

Tabla 20 Formato

FORMATO EN cm	COLOR	ESPESOR mm	PESO Kg	BALDOSAS und/m ²	PESO Kg/m ²
BALDOSAS					
50x50	ROJO	20	4,50	4	18
50x50	GRIS				
50x50	VERDE				
50x50	CAFÉ				
50x50	CELESTE				
50x50	NEGRO				
ADOQUINES					
15x25	ROJO	25	0,71	24	17,14
15x25	GRIS				
15x25	VERDE				
15x25	CAFÉ				
15x25	CELESTE				
25x25	ROJO	25	1,34	16	21,44
25x25	GRIS				
25x25	VERDE				
25x25	CAFÉ				
25x25	CELESTE				

Fuente: <https://www.apci-aliboc.com/index.php/caucho-resiclado/productos-de-caucho>

4.5.6.2 ECO CAUCHO.

INDUSTRIA RECICLADORA DEL CAUCHO ECOCAUCHO S.A contribuye de manera activa y voluntaria al mejoramiento social y medio ambiental de la comunidad, a través de diferentes tipos de acciones. Se ha posicionado como una empresa socialmente responsable que trabaja por y para la comunidad. Hay que tener en cuenta que un neumático abandonado tarda en degradarse y desaparecer de la naturaleza más de 1.000 años. INDUSTRIA RECICLADORA DE CAUCHO ECOCAUCHO, aporta a reducir la emisión de millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, equivalente a plantar 500.000 hectáreas de pinos y ahorrando millones de barriles y la contaminación de la naturaleza. (ECOCAUCHO, 2014)

Para lugares de alto impacto, como gimnasios, está el modelo lego, conformado por ‘pedazos’ que se unen exactamente unos con otros. Sin embargo, el cliente puede personalizar su diseño con pedidos, de mínimo, 1 000 m². Sí lo que se requiere es combinar mayor seguridad y originalidad, el piso continuo de caucho es una buena opción. (ECOCAUCHO, 2014)

Por sus cualidades es utilizado en áreas infantiles, pistas atléticas o canchas multideportes. En Reciplay, el piso cumple la norma europea EN-1177. El de USD 65 por m² tiene una capa de seguridad de 40 mm. Hay una gama de 20 colores. Ecocaucho ofrece pisos elaborados bajo la normativa europea UNE-EN 1176 y 1177. Los de tipo continuo con grosor de 30 mm cuestan desde USD 60 por m² (sin impuestos). Dispone de nueve colores EPDM: verde, azul, turquesa, rojo... El espesor del producto es un factor determinante en su precio y en su capacidad de amortiguar impactos. Todos tienen una vida útil estimada entre siete y 10 años. (ECOCAUCHO, 2014)

Contactos:

Av. Juan de Selis y José Andrade – Quito – Ecuador

 02 2807709  0991256167

4.6 ESPUMA POLIURETANO

4.6.1 ORIGEN

El descubrimiento del poliuretano se remonta al año 1937, gracias a las investigaciones desarrolladas por Otto Bayer. Se empezó a utilizar en la década de los 50, ya que hasta entonces no existieron máquinas capaces de procesarlo. Los sistemas de poliuretano, hoy en día, son muy versátiles y permiten una gama amplísima de aplicaciones que forman parte de nuestra vida. (ATEPA, 2016)

Las materias primas proceden de dos productos: el petróleo y el azúcar, para obtener, después de un proceso químico de transformación, dos componentes básicos, llamados genéricamente ISOCIANATO y POLIOL. La mezcla en las condiciones adecuadas de estos dos componentes nos proporcionará, según el tipo de cada uno de ellos y los aditivos que se incorporen, un material macizo o poroso, rígido o flexible, de celdas abiertas o cerradas, etc. (ATEPA, 2016)

Gráfico 65 Aplicación de la espuma en los años 70



Fuente: (ATEPA, 2016)

4.6.2 COMPOSICIÓN

La mezcla de los dos componentes POLIOL e ISOCIANATO, que son líquidos a temperatura ambiente, produce una reacción química exotérmica. Esta reacción química se caracteriza por la formación de enlaces entre el polioliol y el isocianato, consiguiendo una estructura sólida, uniforme y muy resistente. Si el calor que desprende la reacción se utiliza para evaporar un agente hinchante, se obtiene un producto rígido que posee una estructura celular, con un volumen muy superior al que ocupaban los productos líquidos. Es lo que denominamos espuma rígida de poliuretano, o PU. (ATEPA, 2016)

La espuma rígida de poliuretano es un material sintético duro plástico, altamente reticulado espacialmente y no fusible. En las densidades habituales, para aislamiento térmico, la espuma contiene solamente una pequeña parte del volumen de materia sólida (con una densidad de 35 kg/m³, sólo el 3% del volumen es materia sólida). (ATEPA, 2016)

Gráfico 66 Proceso de despumación de poliuretano



Fuente: (ATEPA, 2016)

4.6.3 CLASIFICACIÓN

4.6.3.1 POLIURETANO PROYECTADO.

Espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por proyección, o poliuretano proyectado, que se obtiene mediante pulverización simultánea de los dos componentes sobre una superficie denominada sustrato. (ATEPA, 2016)

Gráfico 67. Poliuretano proyectado



Fuente: <http://www.poliuretano-proyectado-granada.com/imagenes3>

4.6.3.2 POLIURETANO INYECTADO.

Espuma rígida de poliuretano aplicada in situ por colada, o poliuretano inyectado, en el que los dos componentes se mezclan físicamente por batido y se introducen en una cavidad donde se realiza la expansión. (ATEPA, 2016)

Gráfico 68 Poliuretano Inyectado



Fuente: <http://www.valeroseteco.es/poliuretano>.

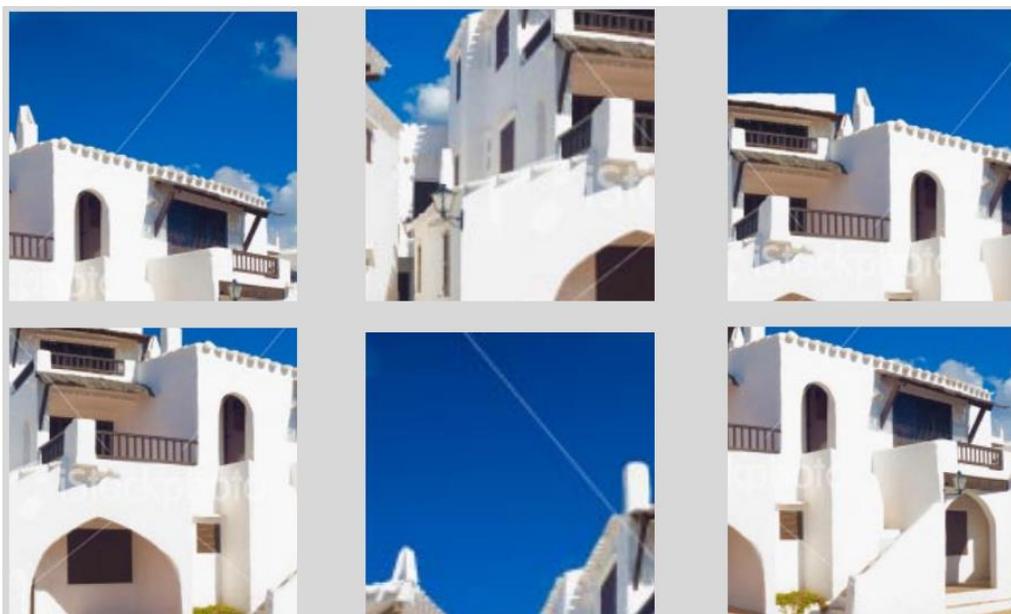
4.6.4 PROPIEDADES

4.6.4.1 PROPIEDADES TÉRMICAS

El PUR tiene una elevada capacidad aislante debido a la baja conductividad térmica que posee el gas espumante de sus células cerradas, que puede situarse en $10^{\circ}\text{C} = 0,022 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, según la Norma UNE 92202, aunque este valor se eleva ligeramente con el paso del tiempo, hasta estabilizarse definitivamente. Después de 9 meses de envejecimiento, se considera que el valor es $10^{\circ}\text{C} = 0,028 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, de acuerdo con UNE 92120-1, lo que supone un 25% de mejora con respecto a la media de los demás productos utilizados en aislamiento térmico (por ejemplo, las lanas minerales, las espumas de Poliestireno extruido y expandido. (Honeywell, 2014)

La espuma de poliuretano rígida obtenida por proyección es el material aislante más eficiente, ya que requiere un mínimo espesor para aislar lo mismo que cualquier otro material. Esto supone además un beneficio económico puesto que para un mismo grado de aislamiento, el PUR necesita un menor espesor, lo que implica una mayor superficie habitable. (Honeywell, 2014)

Gráfico 69 Poliuretano casa.



Fuente: (Honeywell, 2014)

4.6.4.2 PROPIEDADES CONTRA EL AGUA.

El CTE busca limitar el riesgo de la presencia inadecuada de agua en el interior de los edificios y en sus cerramientos, y por ello exige ciertos grados de impermeabilidad a las fachadas. Tal y como afirma el CTE, los revestimientos continuos intermedios - como el PUR - son una de las mejores alternativas para cumplir con estos requisitos de impermeabilidad. El PUR es un revestimiento continuo intermedio porque cumple los aspectos establecidos en el DB-HS1 para estos materiales relativos a estanqueidad, resistencia a la fisuración, adherencia, permeabilidad y estabilidad física y química. (Honeywell, 2014)

4.6.4.3 PROPIEDADES FRENTE A LA HUMEDAD

Los valores del PUR en lo que a humedad se refiere garantizan, en la mayoría de los casos y en función de la densidad, la ausencia de condensaciones intersticiales, haciendo posible la transpiración del cerramiento, lo cual es el efecto más beneficioso para prevenir toda clase de patologías (de higiene, salubridad, confort) Y también para mantener durante mucho tiempo las características de la solución constructiva. Así pues, el PUR, a diferencia de otros productos utilizados, reúne dos características muy importantes para un material utilizado en aislamiento: es impermeable y permite la transpiración, en cualquier clima y sin necesidad de una barrera de vapor. (Honeywell, 2014)

4.6.4.4 PROPIEDADES FRENTE AL FUEGO.

El PUR es un material orgánico, y por tanto combustible, y numerosos estudios han demostrado su buen comportamiento al fuego en aplicación final de uso. En una obra finalizada, el material aislante no queda a la vista, sino detrás de superficies tales como muros, paredes, suelos y techos. Por tanto, la idoneidad del uso del PUR dependerá en gran medida de los valores de

resistencia al fuego de los materiales que compongan dichas superficies, además del lugar donde vaya a ser proyectado. Además, existen algunas variedades del PUR con protección ante el fuego, que se clasifican desde la C,s3-d0 hasta E, según la Norma UNE-EN 13501. (Honeywell, 2014)

4.6.4.5 PROPIEDADES ACÚSTICAS.

La fácil aplicación del PUR es una ventaja en este caso, porque los productos aplicados mediante paneles necesitan de una aplicación realmente cuidadosa. El PUR utilizado para el aislamiento térmico es un material ligero y de baja densidad, compuesto por celdas cerradas (>90%). Este producto, combinado con otros materiales, resulta muy efectivo para disminuir la transmisión de sonidos y para amortiguar vibraciones y eliminar resonancias. (Honeywell, 2014)

4.6.5 APLICACIÓN

En la aplicación de la espuma de poliuretano es esencial determinar el espesor necesario para cada solución constructiva y, por esta razón, el responsable de la obra debe atenerse a los requisitos establecidos en las siguientes normas: Norma UNE 92120-2:98: Productos de Aislamiento Térmico para Construcción. Espuma rígida de Poliuretano producida in situ. Parte 1: Especificaciones para los sistemas de poliuretano antes de la instalación. Parte 2: Especificaciones para el producto instalado. Norma UNE 92310:2003: Criterios de Medición y Cuantificación para Trabajos de Aislamiento Térmico en Instalaciones Industriales y en Edificación. Espuma rígida de poliuretano producida in situ por proyección. RP 20.06: Reglamento particular de la Marca N de AENOR para la Aplicación de Espuma Rígida de Poliuretano in situ. (Honeywell, 2014)

4.6.5.1 PROCESO DE APLICACIÓN

Aplicador profesional. A diferencia del resto de materiales aislantes, con el PUR es necesario un aplicador profesional para la proyección del producto en la obra, lo que supone una garantía de buena instalación. (Honeywell, 2014)

Proyección in situ. Este proceso garantiza la rapidez de ejecución, la solución sencilla de los puentes térmicos y además no es necesario disponer de espacio para que el aislante sea almacenado. (Honeywell, 2014)

Único producto aislante con posibilidad de doble certificación (marca de certificación de los productos antes de la aplicación y del producto instalado). (Honeywell, 2014)

4.6.5.2 APLICACIÓN EN CAMPO DE LA CONSTRUCCIÓN

En techos la espuma de poliuretano aísla y elimina el puente térmico (transmisión de calor/frío) garantizando una larga duración del techo mismo o ahorrando significativamente el gasto para calefacción o refrigeración. En promedio se extiende de 10 a 15 años la vida útil del techo. La espuma de poliuretano se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, entre otras. (Honeywell, 2014)

Techos.

Paneles de Aislación.

Aislamiento Comercial y Residencial: en paredes, techos, áticos y sótanos.

Aislamiento Industrial: Silos, Tanques, Cámaras Frigoríficas, Heladeras, Edificios con control de temperatura.

Barcos, Lanchas, Diques flotantes.

Aviones: para aumentar la fuerza estructural de las alas.

4.6.6 PRODUCCIÓN EN EL PAÍS.

4.6.6.1 ECUAPOLIURETANOS

GUAYAQUIL: Km. 12 ½ via Daule y Av. Isidro Ayora (Entre Indeltro e Iglesia Mormona)

Teléfono 1: 04 2103772 Teléfono 2: 04 2103532 Celular: 0984604250 - 0987161995

Email: ventas@ecuapoliuretanos.com

- Planchas de poliuretano.

Fabricamos planchas de puro poliuretano inyectado a 38 kg/m³ en varios espesores según el requerimiento del cliente.

Espesores: 40mm; 50mm; 80mm; 100mm (Espesores especiales bajo pedido)

Medidas: 1000mm x 2000mm (Medidas especiales bajo pedido)

Gráfico 70 Plancha de poliuretano.

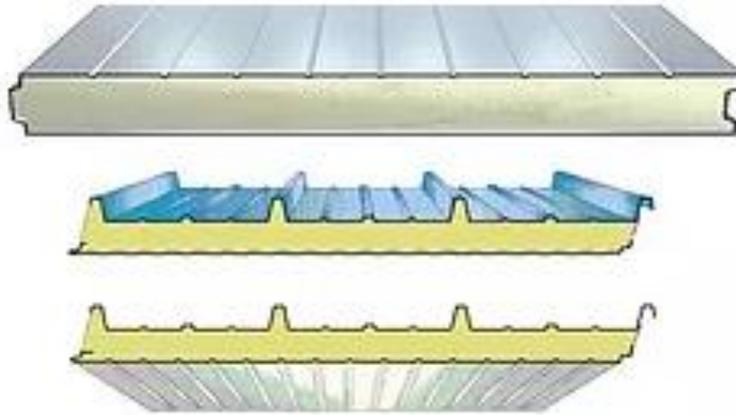


- Paneles y cubierta.

Paneles y cubiertas metálicas con núcleo inyectado de poliuretano de alta densidad. El acero externo puede ser color natural o pre pintado, con geometría o sin geometría, una cara o dos

caras "tipo sánduche". Se fabrican los paneles y cubiertas de acuerdo a las necesidades del cliente.

Gráfico 71 Paneles de poliuretano



CAPÍTULO V

5. CONCEPTO Y CUADRO DE COMPARACIÓN

5.1 CONCEPTOS

5.1.1 DENSIDAD

La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo y su unidad de medida en el Sistema Internacional es Kilogramo por Metro cubico (Kg/m^3)

5.1.2 CONTENIDO EN AGUA

Es la cantidad de agua que tiene el material y su unidad de medida en el sistema internacional es Gramo por Metro Centímetro cúbico (g/cm^3)

5.1.3 CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

La conductividad térmica es la transferencia de calor que tiene el material y su unidad de medida en el sistema internacional es vatios por Kelvin y metro ($W./(k \cdot m)$) equivalente también a Julios por segundos, Kelvin y metro. $J/(s \cdot K \cdot m)$

5.1.4 CALOR ESPECÍFICO

El calor específico es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de la unidad de masa de un elemento o compuesto en un grado, y su unidad de medida en el sistema internacional es julios por Kilogramo y grados Kelvin. $J/(kg \cdot K)$

5.1.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

La resistencia a la flexión es cuando un elemento o cuerpo es sometido a las fuerzas transversales, que causan flexión, y su unidad de medida es en Kilogramo por Centímetro cuadrado. (Kg/cm^2)

5.1.6 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión es cuando un elemento o cuerpo es sometido a las fuerzas de compresión para la deformación de tal elemento, y su unidad de medida es en Kilogramo por Centímetro cuadrado. (Kg/cm^2)

5.1.7 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La resistencia a la tracción es cuando un elemento es esforzado al máximo, observar hasta qué punto puede romperse y aguantar, y su unidad de medida es en Kilogramo por Centímetro cuadrado. (Kg/cm^2)

5.1.8 MÓDULO ELÁSTICO

El módulo elástico es la deformación o cambio de longitud del elemento o cuerpo que tiene desde su lugar de origen., y su unidad de medida en el sistema internacional es newtons/metro cuadrado (N/m²).

5.1.9 TEXTURA

Es la superficie de los materiales, la textura se refiere a la sensación que produce al tacto el roce con una determinada materia y en el cual el sentido del tacto es el principal decodificador de la misma, ya que es el vehículo o encargado de producir la sensación que ostente la textura en cuestión: suavidad, dureza, rugosidad, entre otras. es sumamente importante para la transmisión del calor.

5.1.10 COLOR

“El color de la superficie de los materiales es también otro factor relevante en la transmisión del calor, por radiación. Los colores oscuros absorberán más calor que los colores claros.”

5.2 CUADRO DE COMPARACIÓN

TABLA DE COMPARACION DE LOS DISTINTOS MATERIALES ESTUDIADOS

N°	MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m ³)	CONTEUDO EN AGUA (g/m ³)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m.k)	CALOR ESPECIFICO (J/Kg.K)	RESISTENCIA A LA FLESION (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACION (Kg/cm ²)	ELASTICIDAD (N/mm ²)	APLICACIONES	DISTRIBUIDORES EN EL ECUADOR	TELEFONOS	CORREO ELECTRONICO	OBSERVACIONES
1	Bambú	700	0.002	0.041	1400	173	183	1400	11700	Paredes - Vigas - Piso - Estructura	El Limónal - At Km 42 from Ibarra to San Lorenzo - Imbabura	593 (0) 3 006906		
2	Madera	530	0.083	0.44	2512	800	118	200	10883	Paredes - Vigas - Piso - Estructura	AVE. FCO. DE ORELIANA - SANAMUNES 2102 201	22716024 / 22137160	alfonso.salazaribos@hotmail.com	
3	Espuma de Poliestireno	120	0.02	0.035	1675			182		sistema constructivo (form2), (Entre Inodoro e Iglesia Normania)		3 2116104 / 098716195	ventas@ecuapoliuretanos.com	
4	Corcho	100	0.004	0.035	2000	0.2	1.8	0.95		10.0 Bloques - planchas	ecuapoliuretano	593-441 232 4065- 232	ventas@ecuapoliuretanos.com	
5	Caucho	990	0.5	0.13	1100					5 Paredes - Puertas - Envolverti Papelesa		1054	ventascorporativo@papelesa.com	
6	Poliuretano	35	0.00045	0.26	1674	18.5	3.5	305.91		5 Piso - Tecto - Envolverti Recubrimiento - Paredes -	APC - ALBOC S.A.	04-6008326 - 04-6008326	info@apc-aliboc.com	
								6		11.7 Piso - Lumbado	ECUAPOLIURETANO	098494250 - 098716195	ventas@ecuapoliuretanos.com	

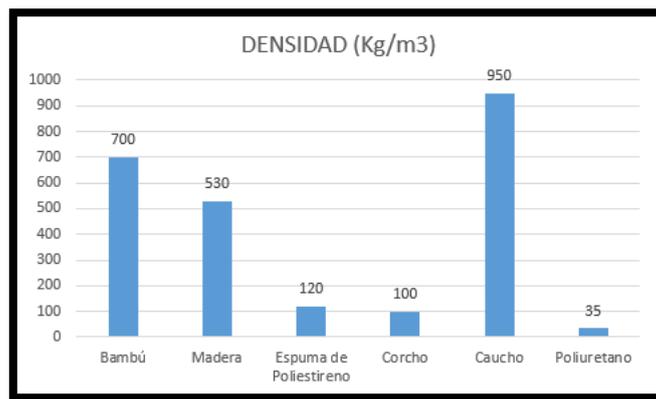
FUENTE: ELABORADO POR EL AUTOR

5.3 ANÁLISIS DEL RESULTADO

A continuación, damos los resultados de cada uno de las propiedades térmicas, físicas y mecánicas dando como resultado cuales son los mejores materiales para la construcción de una envolvente que genere confort térmico en las edificaciones unifamiliares.

Haciendo las comparaciones de cada uno de ellos tenemos el siguiente resultado en base a cada propiedad especificada.

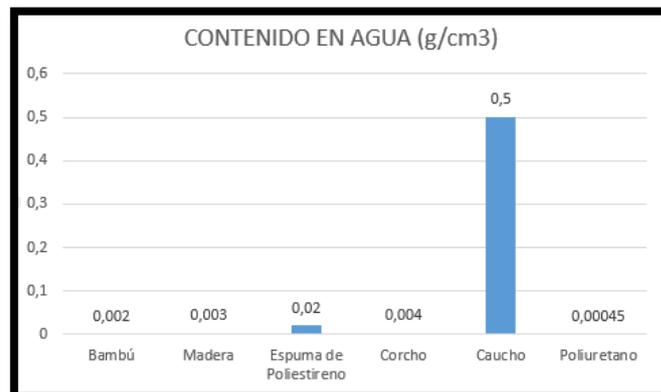
Gráfico 72 Densidad



Fuente: Elaborado por el Autor.

Observamos que en densidad el caucho es el mejor que se puede utilizar para una envolvente en las edificaciones unifamiliares. Sea como para el techo o paredes o piso.

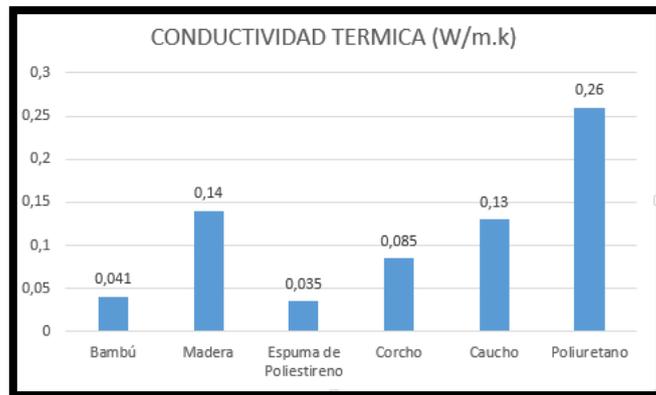
Gráfico 73 Contenido en Agua



Fuente: Elaborado por el Autor.

En contenido de agua también observamos que el caucho es el que mayor cantidad de agua tiene dentro de su propiedad.

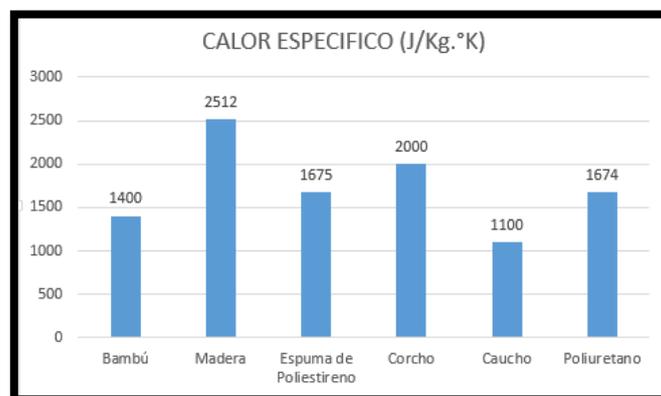
Gráfico 74 Conductividad térmica



Fuente: Elaborado por el Autor.

La espuma de poliestireno es uno de los mejores materiales que tiene conductividad térmica se la puede aplicar en un sistema constructivo como antes indicado sea el Hormi2 para las mamposterías de la edificación unifamiliar y así reduzca el costo de las edificaciones.

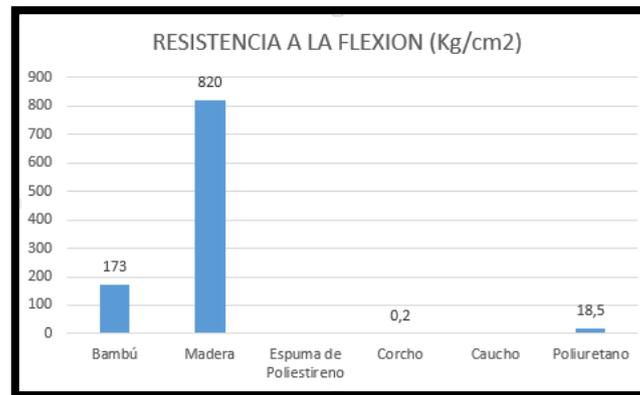
Gráfico 75 Calor Especifico



Fuente: Elaborado por el Autor.

Tenemos en cuenta que el calor específico de los materiales escogidos el mejor es el caucho para utilizar en techo o pisos.

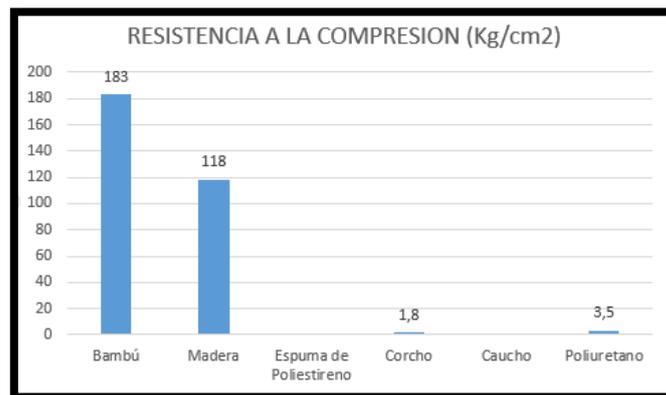
Gráfico 76 Resistencia a la Flexión



Fuente: Elaborado por el Autor.

Aquí tenemos que el mejor material es la madera de tiene la mejor resistencia de la flexión de los distintos materiales.

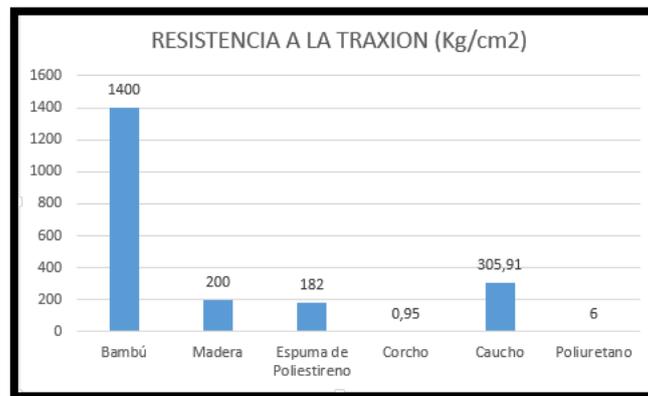
Gráfico 77 Resistencia a la Compresión



Fuente: Elaborado por el Autor.

Aquí tenemos que el mejor material es el bambú que tiene la mejor resistencia a la compresión de los distintos materiales.

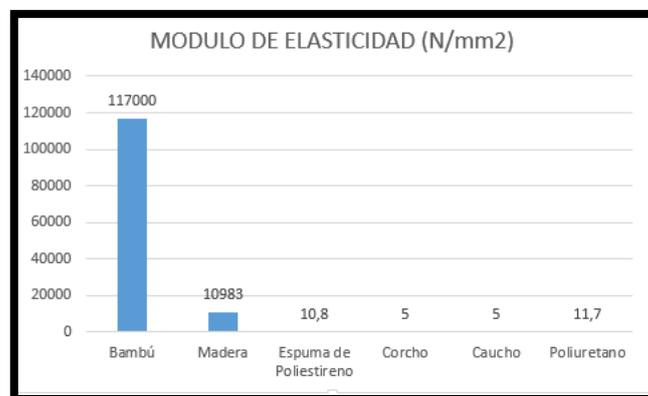
Gráfico 78 Resistencia a la Tracción



Fuente: Elaborado por el Autor.

Aquí tenemos que el mejor material es el bambú de tiene la mejor resistencia de la tracción de los distintos materiales.

Gráfico 79 Módulo Elástico



Fuente: Elaborado por el Autor.

Observamos que los mejores en su módulo elástico son 2: el corcho y el caucho que tiene esa elasticidad para regresar a su lugar de origen después de la elasticidad.

5.3.1 RESULTADOS

Como observamos en el cuadro de comparación y el análisis del resultado de cada una de las propiedades y la comparación de todas ellas para obtener una propuesta de materiales para la construcción de una envolvente que genere confort térmico e implementarlos en un prototipo de edificación unifamiliar. Dado por el departamento de investigación en el PROYECTO VIVIENDA ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE APLICANDO ENERGÍA RENOVABLE.

Llevando a cabo cada una de las soluciones en el proceso de diseño para así quedar con el prototipo de vivienda e implementar el resultado de la investigación en la vivienda multifamiliar.

- La cimentación tenemos que será de hormigón armado, una losa de cimentación para la base de la construcción de la vivienda.
- Sistema constructivo o paredes, se plantea el sistema constructivo hormi2, dando como una de las mejores opciones aplicando las características y las propiedades de la espuma de poliestireno expandido, como se ve en la investigación y adecuando que en el mercado de Guayaquil se puede conseguir, construcciones con este tipo de sistemas constructivo y abaratar costos y tiempo en la obra.
- Cubierta, por la intensidad del calor que existente en Guayaquil se plantea que puede ser de caucho reciclaje, o de planchas de cemento tipo eternit o similar. Con una cámara de aire en la cubierta para la circulación del mismo.
- Ventanas, sin más que decir las ventanas son de aluminio y vidrio, quizás para dar un confort térmico se puede hacer ventanas de doble vidrio, para el confort térmico dentro de la vivienda.

- Puertas, serán de madera de laurel.
- Envolvente exterior – se selecciona el corcho por módulo para que pueda hacer unas envolventes en el área de las ventanas bajas del proyecto.

A continuación, vamos a proyectar estos resultados en un prototipo de vivienda unifamiliar escogido por el departamento de investigación de la Facultad de Arquitectura en la Universidad de Guayaquil.

CAPÍTULO VI

6. MARCO CONTEXTUAL

6.1 ANTECEDENTE

El prototipo de vivienda eficientemente energética se proyectará en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en la Ciudadela Salvador Allende de la Universidad de Guayaquil.

Este proyecto sale de la investigación del PROYECTO VIVIENDA ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE APLICANDO ENERGÍA RENOVABLE.

El proyecto estará ejecutado con los resultados de la investigación con las mejores propiedades de los materiales, la buena aplicación de los mismos y el coste esté proporcionado al bolsillo de los clientes.

6.2 MEDIO SOCIAL

6.2.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), existen 2'350.915 habitantes en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 21. Población en la ciudad de Guayaquil

DESCRIPCIÓN	HABITANTES
HOMBRES	1' 192. 694
MUJERES	1' 158. 221
TOTAL	2' 350. 915

Fuente: INEC, 2010

La proyección del crecimiento poblacional según el INEC es del 16,109% hasta el 2020, esto quiere decir que la población en la ciudad de Guayaquil será de aproximadamente 2.729.624 habitantes.

6.2.2 ESTRATO SOCIOECONÓMICO

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se basa en una metodología de estratificación cuyos datos fueron formulados mediante una encuesta de estratificación socioeconómica a las principales ciudades del país realizada en el 2011, donde se dieron a conocer los siguientes resultados:

La encuesta dio como resultado cinco estratos en que se dividen las familias del país:

Estrato alto (A): 1,9%,

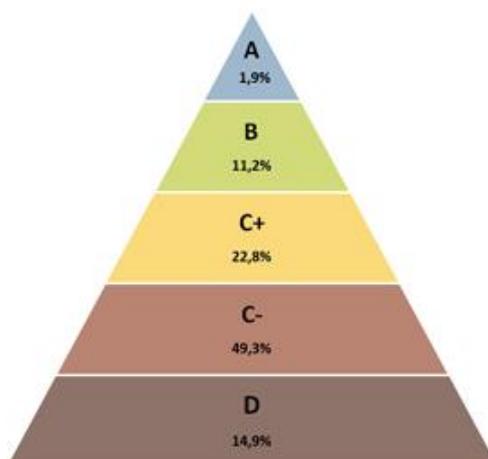
Estrato medio alto (B): 11,2%

Estrato medio (C+): 22,8%

Estrato medio bajo (C-): 49,3%

Estrato bajo (D): 14,9%

Gráfico 80. Resultado de encuesta.



Fuente: INEC, 2010

El proyecto de investigación y aplicación de los materiales usados en la construcción de envolventes que generen confort térmico es un aporte de cuáles son los mejores materiales al prototipo de vivienda. La presente investigación está dirigida para el estrato socioeconómico medio que representa el 22,8%, estrato medio bajo que representa el 49,3% y el estrato bajo que representa el 14,9% de la población del Ecuador. Sumados los 3 estratos seleccionados dan como total 87% de la población que se verá beneficiada con el proyecto del prototipo que propone VEEIER (Vivienda Energéticamente Eficiente Integrando Energía Renovable), grupo de investigadores de la Universidad de Guayaquil.

Basándonos en el número de habitantes según censo poblacional del 2010 y su crecimiento al 2020, los cuales serán 2.729.624 habitantes, se pronostica que la cantidad de beneficiarios que tendrá la ciudad de Guayaquil con este proyecto serán de 2.374.773 habitantes. Para obtener una proyección se realizó un análisis basándonos en la relación del crecimiento poblacional.

Tabla 22 Análisis de proyección de total habitantes beneficiados en Guayaquil

total Guayas 2010	3.778.720
total Guayas 2020	4.387.434
porcentaje de crecimiento	1,16109
total Guayaquil 2010	2.350.915
total Guayaquil 2020	2.729.624
porcentaje total estrato C,C-,D	87%
total habitantes beneficiados	2.374.773

Fuente: INEC, 2010

6.2.3 PROMEDIO DE PERSONAS POR HOGAR

Según el INEC, 2010 el promedio de personas por hogar es de 4 habitantes en el Cantón Guayaquil.

Tabla 23 Promedio de personas por hogar

Código	Nombre del Cantón	Total de personas	Total de hogares	Promedio de personas por hogar
0901	GUAYAQUIL	2.336.645	614.453	3,80

Fuente: INEC, 2010

El INEC, 2010 a nivel nacional da los siguientes resultados:

Tabla 24 Hogares por distintos números de personas

# personas	cantidad de hogares	porcentaje
1	459.610	0,12
2	606.510	0,16
3	764.782	0,20
4	801.991	0,21
5	549.387	0,14
más de 5	628.268	0,16
Total	3.810.548	1,00

Fuente: INEC, 2010

Por lo que el proyecto contemplará un prototipo que contemple una estructura de crecimiento progresivo para un hogar de 1, 2, 3, 4 y 5 personas, mediante un crecimiento progresivo.

La población nacional en referencia es 1.7 millones de los 3.8 millones de los hogares del Ecuador es afectado por el déficit de vivienda cualitativo y cuantitativo. El primero contabiliza

al 36 % de hogares y el segundo al 9% de hogares ecuatorianos. Los 1,37 millones de hogares con déficit cualitativo residen en viviendas cuya tenencia es insegura, construidas con materiales inadecuados, con carencia de servicios sanitarios básicos, o con problemas de hacinamiento.

Los 342.000 hogares con déficit cuantitativo comparten su vivienda con uno o más hogares, o viven en unidades de vivienda improvisadas.

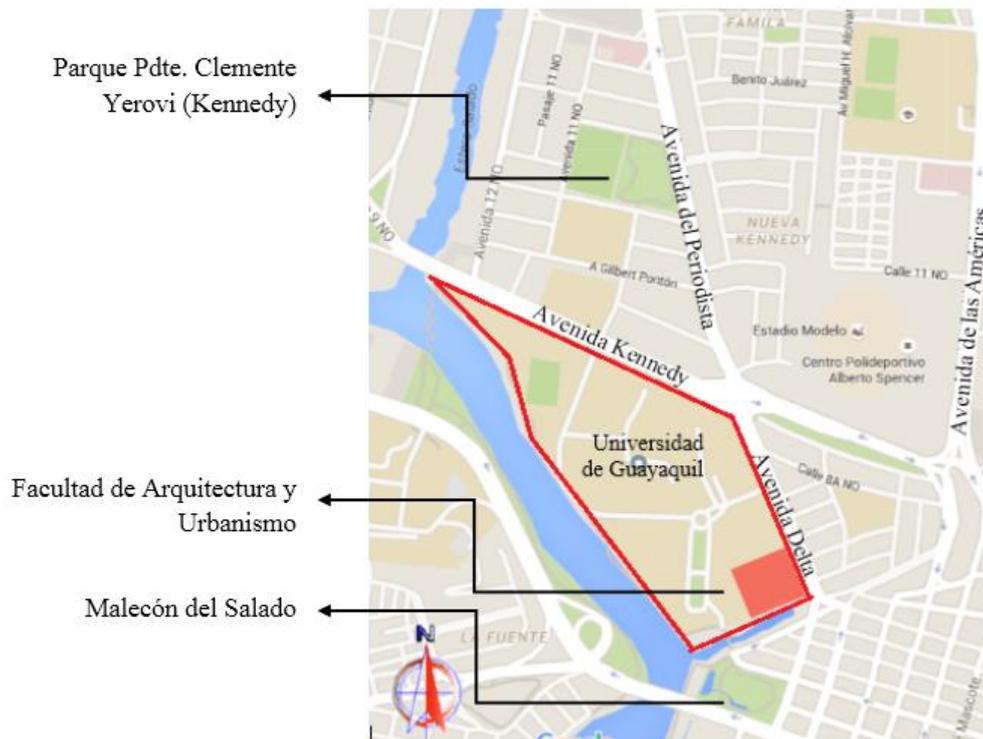
Es por esta razón que urge un plan de vivienda para este déficit a nivel nacional que alcanza un 45% de los hogares ecuatorianos. EL prototipo no solo propone disminuir esa demanda sino proveer un prototipo en el cual el ahorro de energía es primordial para que estas familias se vean beneficiadas.

6.3 MEDIO FÍSICO

El proyecto se encuentra ubicado en el terreno disponible dentro de la FAU (Facultad de Arquitectura y Urbanismo) de la Universidad de Guayaquil, sin embargo, se concluyó que no se utilizará todo el terreno ya que se pretende realizar un prototipo con medidas estándar que pueda ser utilizado en la retícula urbana de la Ciudad de Guayaquil y en sus proyectos de planes habitacionales.

6.3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Gráfico 81 Ubicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo

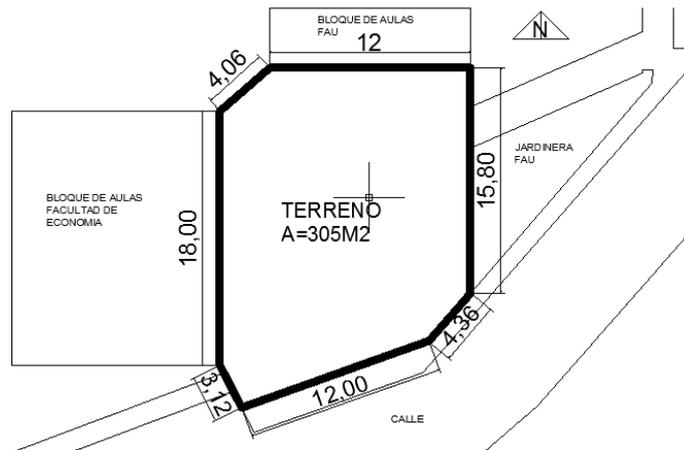


El prototipo de vivienda eficientemente energética se proyectará en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo en la Ciudadela Salvador Allende de la Universidad de Guayaquil.

6.3.2. DIMENSIONES DEL TERRENO Y COLINDANCIAS

- Norte: bloque de aulas FAU.
- Sur: vía de acceso al parqueadero de la FAU.
- Este: jardinera de la FAU
- Oeste: bloque de aulas Facultad de Ciencias Administrativas.

Gráfico 82 Ubicación del proyecto



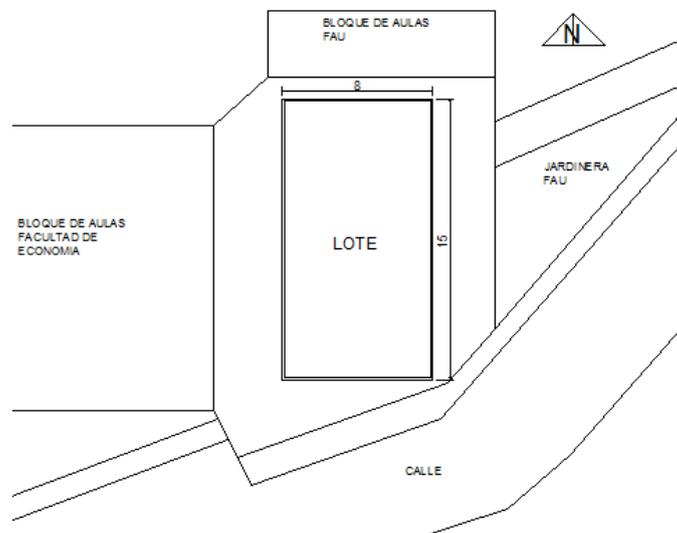
Fuente: Elaborado por el autor

6.3.3 TERRENO

Como vemos, el terreno está detrás de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, aquí tenemos que fraccionar el terreno de 305m² para ver cuántos lotes de (8x15m) salen; a continuación, vemos el resultado de cuantos lotes.

Cabe indicar que la medida del lote se tomó en base a un estudio de los distintos planes habitacionales que existen en Guayaquil y es un lote promedio.

Gráfico 83 Terreno



Fuente: Elaborado por el autor

Como nos damos cuenta en el terreno solo entra 1 lote con las medidas seleccionadas.

6.3.4 ACCESIBILIDAD

La única vía vehicular de acceso al terreno directo es la vía interna de la ciudadela Salvador Allende, de ahí hay otras vías de acceso secundarias para llegar al terreno: Av. Delta y la Av. Quisquís.

Gráfico 84 Accesibilidad al sitio



Fuente: googlemaps – Elaborado por el autor.

Gráfico 85 Acceso al sitio 1



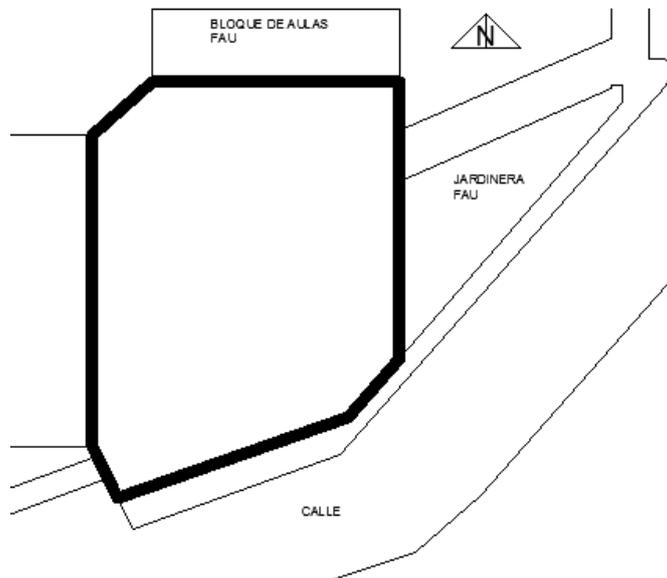
Gráfico 86 Acceso al sitio 2



6.3.5 ORIENTACIÓN

6.2.5.1 ORIENTACIÓN

Gráfico 87 Orientación del proyecto

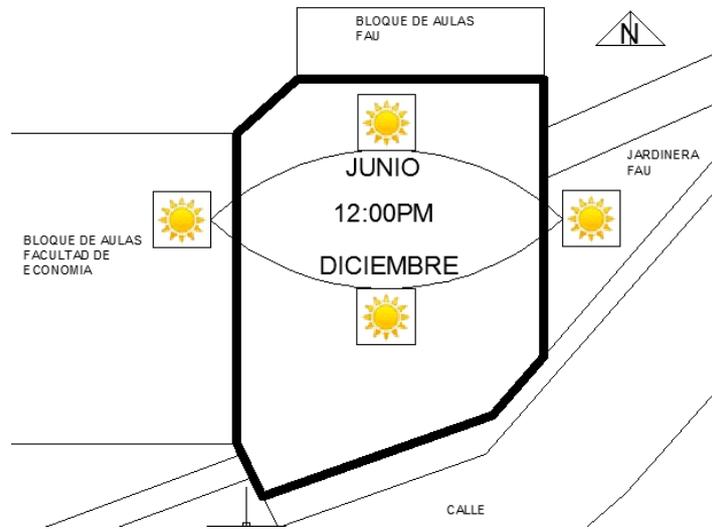


Fuente: Elaborado por el autor.

6.2.5.2 ASOLEAMIENTO

Durante el año presenta inclinación de 23,3° hacia el norte o el sur dependiendo de la época.

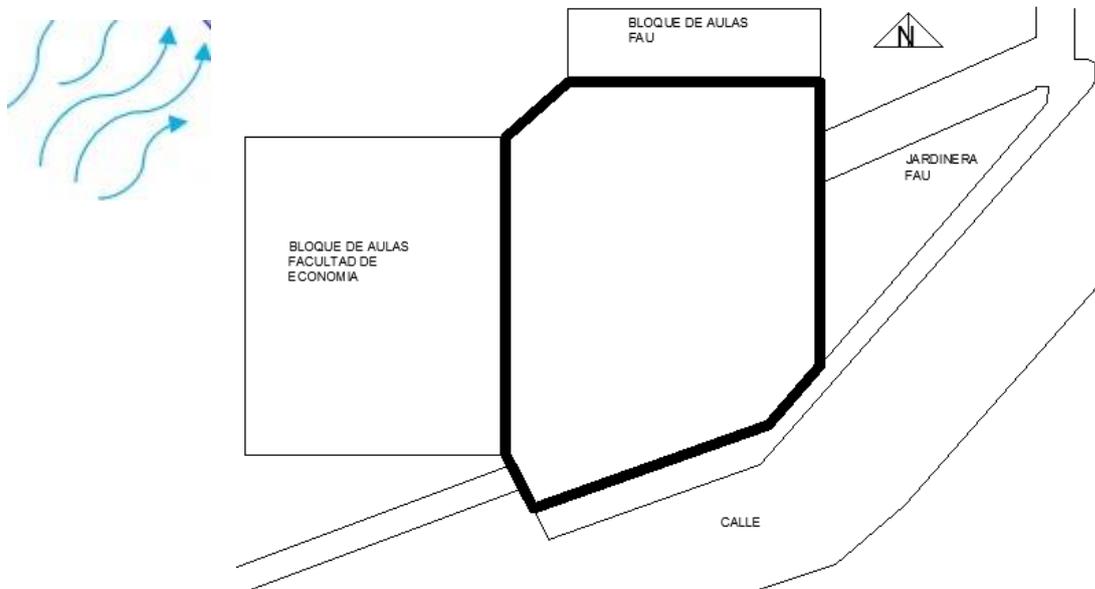
Gráfico 88 Asoleamiento anual



Fuente: Elaborado por el autor.

6.2.5.3 VIENTOS PREDOMINANTES

Los vientos predominantes van en dirección suroeste a noreste. También por la cercanía del terreno al Estero Salado los vientos son constantes y cálidos.



6.3.6 FOTOS DEL SITIO

Actualmente, en el terreno se ubica una cancha de fútbol, la cual se encuentra construida con un piso de hormigón.

Gráfico 89 Foto 1



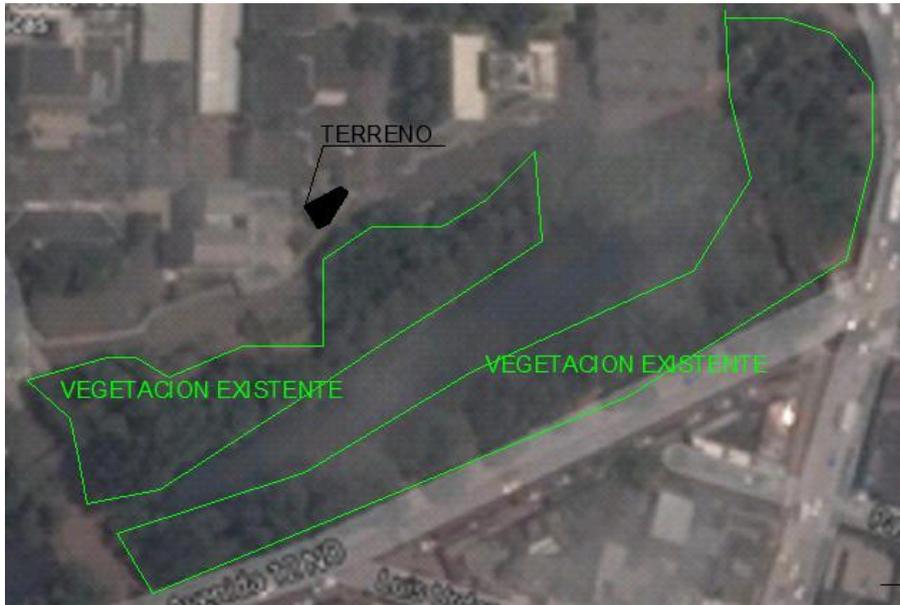
Gráfico 90 Foto 2



6.3.7. VEGETACIÓN

Frente al terreno se encuentra abundante vegetación bordeando el Estero Salado, entre acacias, arbustos, mangles y árboles de diferente tipo generan un microclima en el sector.

Gráfico 91 Vegetación del terreno

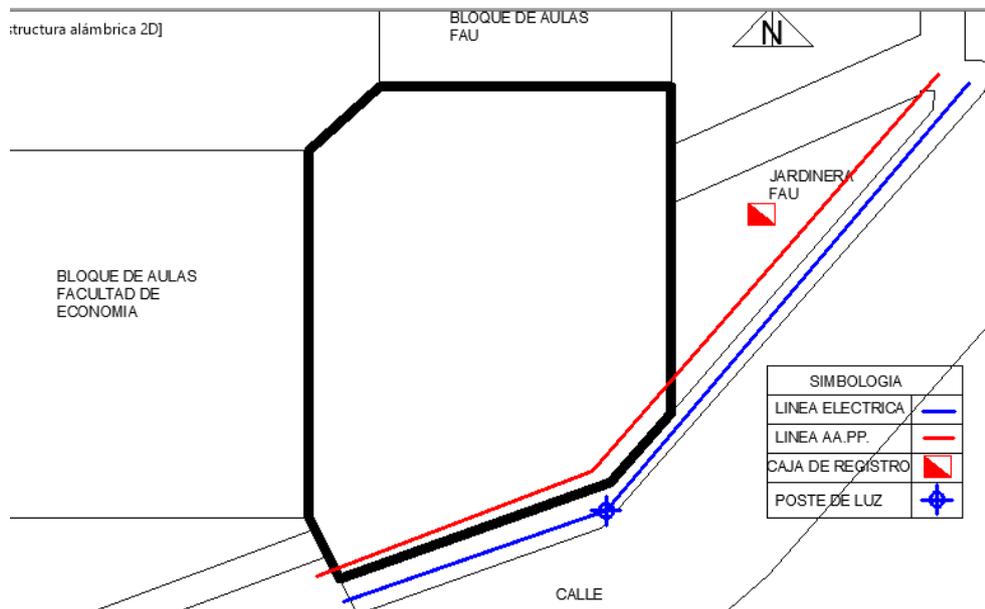


Fuente: googlemaps – Elaborado por el autor

6.3.8 INFRAESTRUCTURA

En el terreno proporcionado para el proyecto se encuentran las distintas infraestructuras existentes necesarias.

Gráfico 92 Infraestructuras del terreno



Fuente: Elaborado por el autor

6.4 MEDIO REFERENCIAL

Para el prototipo de vivienda y las especificaciones del análisis estudiado, las referencias son algunos proyectos que tengan las características estudiadas de eficiencia energética envolvente de arquitectura y son las siguientes.

6.4.1 EKI HOUSE

Gráfico 93 EKI HOUSE



Fuente: <http://cargocollective.com/foar/EKI-HOUSE>

El propósito de la vivienda es obtener un aspecto económico, social y ecológico para sus habitantes.

Gráfico 94. Características de la vivienda



- Diseño de ahorro de energía: El diseño de toda la casa ha contribuido para el menor gasto de energía y esto se logra con la forma y el espacio de patrones de la casa. Es esta la razón por la que ekihouse es un prisma, la simplicidad de la casa favorece al ahorro de energía.
- Estrategias pasivas: La casa está diseñada atendiendo a las estrategias pasivas y se lo analizó con un software climático, para reducir la demanda de energía.
- Adaptación a diferentes condiciones climáticas: **Fachada sur** recibe más horas de sol. Teniendo en cuenta esta característica, la explotación de la luz del sol tanto como un método de calentamiento para el invierno y la protección óptima en verano está en su mejor momento. **Fachada norte es** el más fresco, lo que significa que un buen aislamiento es indispensable. la estructura, sin embargo, es la misma que en la fachada sur con dos capas de paneles móviles de la siguiente manera: Los paneles de aislamiento revestidos de metal para continuar con la misma estética; y los paneles de vidrio con suficiente espacio en cada lado para ser almacenados lejos, en caso de que quieran ser abiertos por completo. **Fachadas este y oeste.** Ambas fachadas son cerradas, no poseen vanos y contienen instalaciones de ambos lados. Por lo tanto, el

acceso a toda la instalación intercambios se realizan sólo desde el exterior, liberando el espacio del interior.

- Integración de sistemas: En ekihouse, paneles solares ayudan a las estrategias pasivas. Estos paneles sobresalen de la casa y proporcionan sombra durante el verano, cuando no se necesita incidencia solar, y ayuda a evitar las altas temperaturas. Ellos también crean el espacio de la terraza.

- Flexibles: Se pretende ofrecer la posibilidad al usuario para elegir su funcionalismo; y, en función de sus necesidades o factores climáticos exteriores, la casa es adecuado para tener los mejores resultados. **Flexibilidad de la envolvente.** Como se mencionó antes, las fachadas funcionan de forma diferente para garantizar una perfecta adaptación a las condiciones climáticas exteriores condiciones de proporcionar diversas combinaciones de cada uno. Fachadas norte y sur son de doble capa, y se puede combinar manera diferente con el fin de Adecuar a las condiciones externas. Estas fachadas pueden ser completamente Stored en cajas situadas en las fronteras, la apertura de la casa a la terraza.

- Modulación y extensión: Se propone un bloque de 3 pisos con cuatro viviendas en cada planta. Las comunicaciones verticales se realizan sobre el lado norte y para asegurar la sombra en el sur se utiliza la terraza de la casa anteriormente. La distancia entre el edificio debe garantizar la incidencia solar en los días de invierno, lo que ayuda a calentar casas.

6.4.2 CASA PI

Gráfico 95. Casa PI



- Factor Forma

El diseño se basa en una geometría cilíndrica, que es el mejor factor de forma. Esto significa que, para el mismo volumen, un cilindro tiene un 11% menos metros cuadrados de paredes. De esta manera se pierden o ganan menos calor (invierno y verano, respectivamente) a través de las paredes. Las paredes tienen una transmitancia muy baja debido a un alto espesor de aislamiento.

- La masa térmica en un sistema portátil y prefabricado.

El uso de la inercia térmica de los materiales. Esa es una condición real en los edificios tradicionales, pero en los prefabricados sistemas no es común, y que es nuestra innovación. Para el sobre somos probar un bocadillo de Vidrio Hormigón Armado (GRC) aislado con corcho, y la inercia está mejorando solo cuando es necesario, con PCM (Fase Change Materials), que puede acumular energía sin tomar mucho espacio arriba. Esta es una

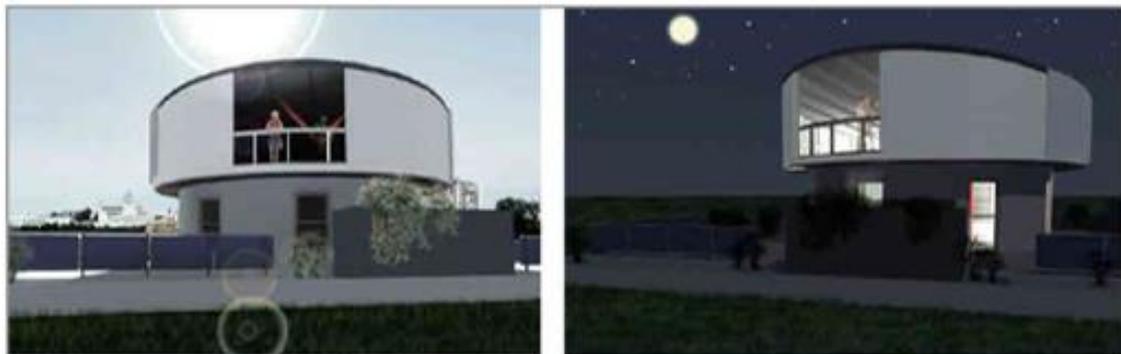
innovación importante de materiales de diferentes mundos de mezcla, dejando de lado los prejuicios.

- Eficiencia de la energía solar.

Esta casa está preparada para usar la generación simultánea de electricidad, calefacción y refrigeración a partir de la utilidad de un colector de calor solar. En este caso estamos probando el rendimiento de los paneles fotovoltaicos con un material translúcido.

- El concepto de sostenibilidad
- Diseño adecuado a las condiciones climáticas y ambientales del sitio las instalaciones, r4que promuevan el ahorro de agua y energía eficientes los materiales de construcción con bajo consumo de energía durante la producción, a través de prefabricación y estrategias de industrialización, y la promoción de la reutilización y el reciclado de estos materiales al final de la vida del edificio la deconstrucción y la recuperación de residuos.

Gráfico 96. Forma



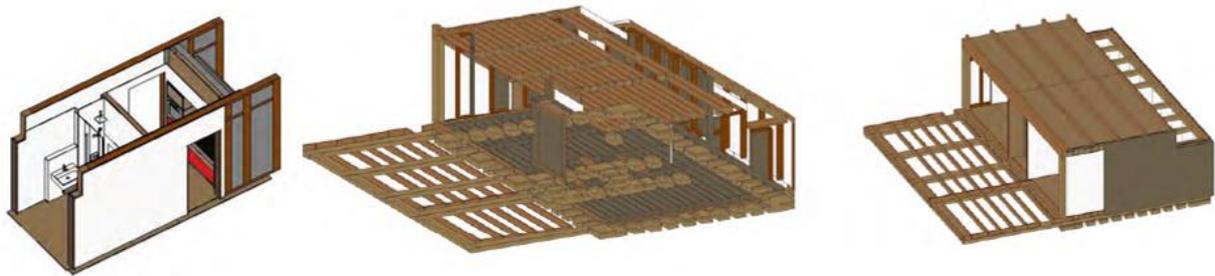
6.4.3 MED IN ITALY” HOUSE

- La alta tecnología se divide en una externa y una interna. El sobre PV es el lado externo de alta tecnología. Eso protege la superficie del techo y las fachadas este y oeste, y las sombras de la radiación solar directa la fachada sur. Este tipo de solución

es perfectamente integrada en la imagen del edificio, transformando el panel fotovoltaico en un aparato para un componente de construcción.

- La interna, es el "núcleo 3D " de la casa, que los hosts de cocina y baño, así como la sala técnica. Todo se concentra la técnica aparatos eléctricos, evitando la dispersión la reducción de la longitud de distribución de agua y facilitando fases de montaje.

Gráfico 97. MED in Italy



- El concepto detrás del diseño de muebles y prototipo es el mismo de la casa: para ser ensamblados y desmontados con facilidad y con pocos pasos, juntas secas (gracias a la sola presencia de uniones mecánicas, excluyendo el uso de colas y la reducción de las emisiones de químicos a cero) y los materiales tradicionales se combinan con alta tecnología y el diseño contemporáneo, de las sillas, la mesa, la cama y la cocina.
- La iluminación natural y artificial.
- Fuentes de luz de alta eficiencia (última generación LED) y elevadas prestaciones ópticas minimizan el consumo de energía sin renunciar al confort visual y la percepción;
- Representaciones espectrales de llevado definen un agradable y relajante entorno visual para dar la mejor apariencia a materiales y texturas. Tecnologías de larga duración reducen al mínimo las operaciones de mantenimiento. Diseño personalizado

de las luminarias y el sistema de alimentación permite alcanzar resultados óptimos con diferente distribución de los muebles.

- Estructura prefabricada. Al concebir la casa como un kit de partes, también permitimos aquellas partes que se utilizan en el vigente contexto: ampliaciones, demoliciones parciales, reequipamiento puede que todos los elementos de uso de nuestro sistema, cada vez ajustado a la configuración singular particular.

Gráfico 98. MED Fachada.



6.4.4 ODOO PROJECT



- Forma y carácter arquitectónico: La forma del edificio se determina básicamente por el concepto de representar la unidad de exterior y espacios interiores. Los paneles solares son quizás el elemento más importante de la casa como el símbolo de la

energía solar a utilizar. En lugar de ser simplemente un accesorio tecnológico montado en el techo, los paneles solares en la Openerp convierten en elementos estéticos y arquitectónicos dominantes que definen la apariencia de la casa.

- Estructura y transporte: Para acelerar y facilitar el montaje se dividió la estructura en cuatro módulos prefabricados móviles mediante una grúa. Para simplificar el montaje y la instalación de los dispositivos mecánicos, cocina, baño y sala de máquinas se colocan en un módulo junto a la otra.

6.5 MEDIO LEGAL

6.5.1 NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC 11

Capítulo 13 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN EN ECUADOR

6.5.2 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

Anuario meteorológico N° 52-2012 año 2015

6.5.3 NORMA ISO 7730

Ergonomía del ambiente térmico - Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de confort térmico local.

6.5.4 INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 506:2009

Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos.

6.5.5 BENEMÉRITO CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL

Reglamento de prevención de incendios (Acuerdo No. 0650)

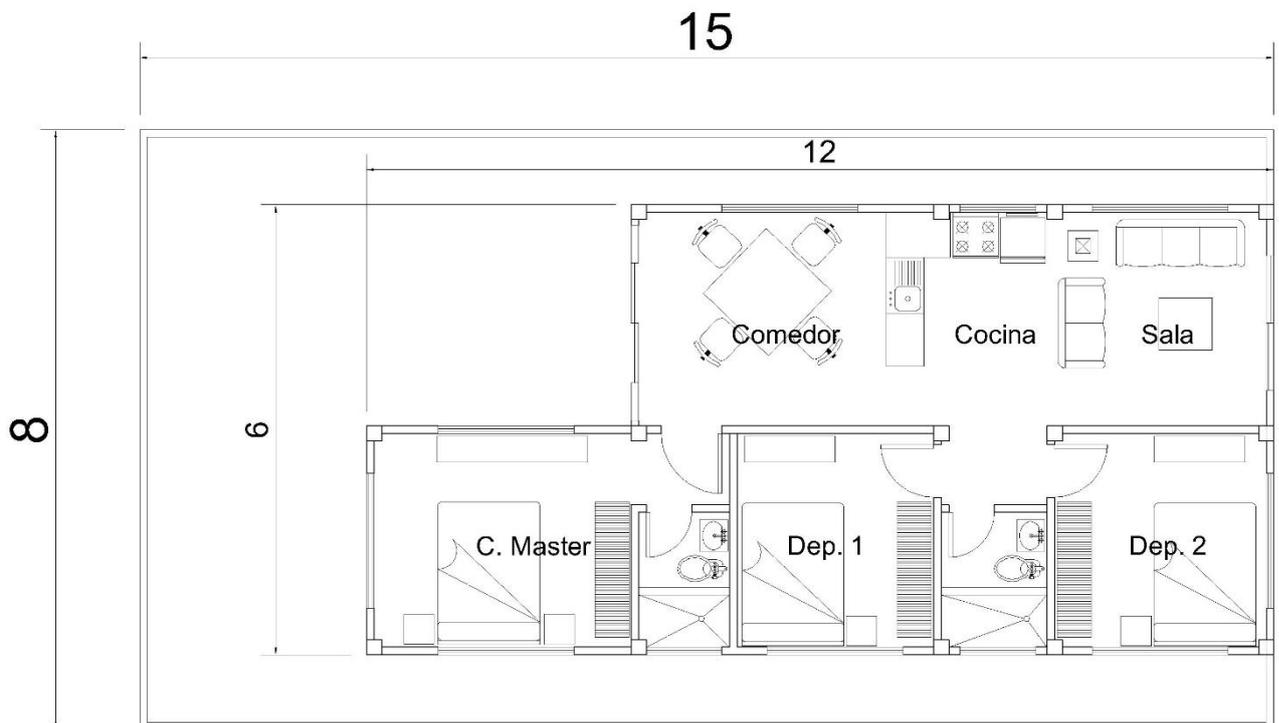
CAPÍTULO VII

7. APLICACIÓN DEL MATERIAL EN UNA EDIFICACIÓN UNIFAMILIAR

7.1 PLANOS

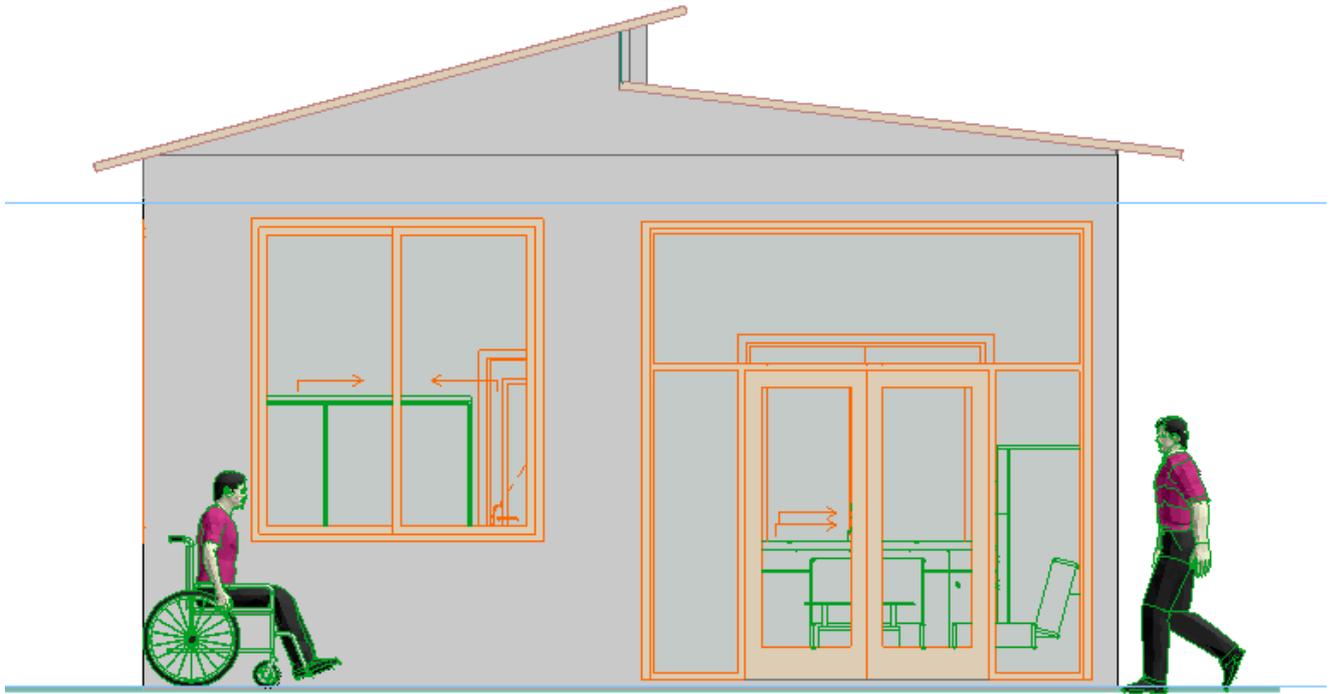
El lote tendrá las medidas de $8 \times 15 = 120\text{m}^2$ en base al estudio indicado y las normas.

7.1.1 PLANTA ARQUITECTÓNICA

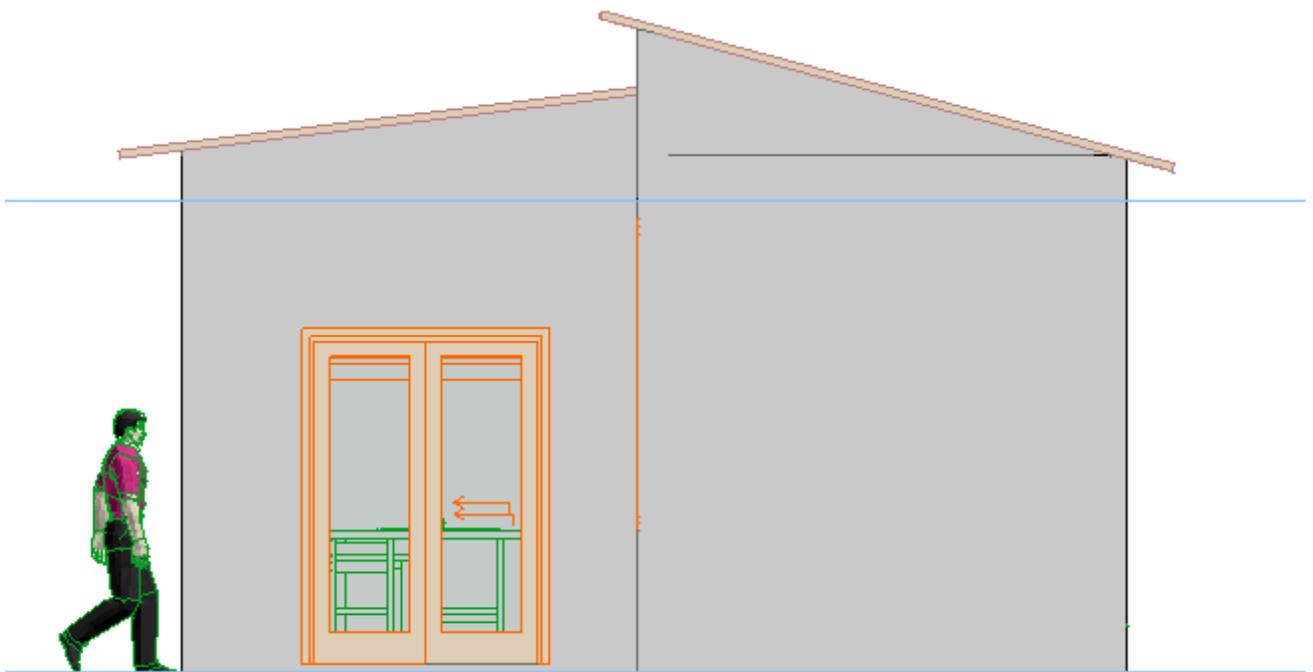


7.1.2 FACHADAS

7.1.2.1 PRINCIPAL



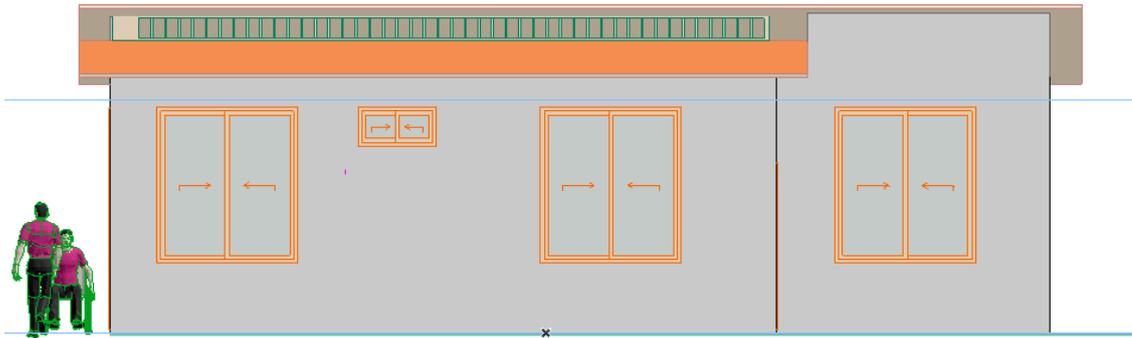
7.1.2.2 SUR



7.1.2.3

LAT.

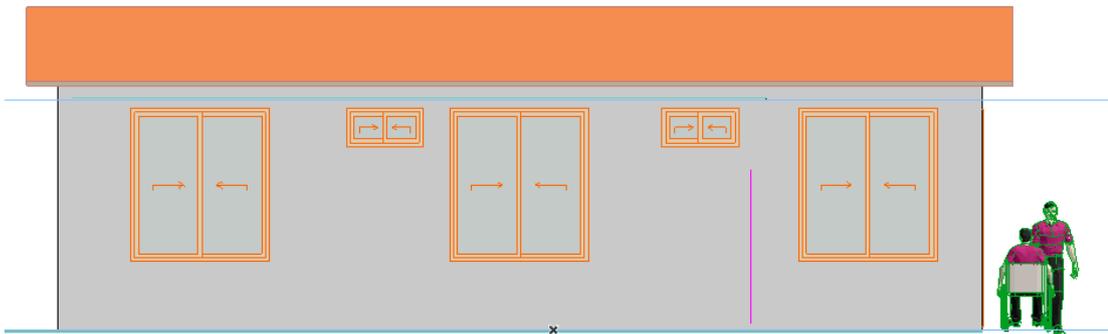
DERECHA



7.1.2.4

LAT.

IZQUIERDA



7.1.3 CORTES

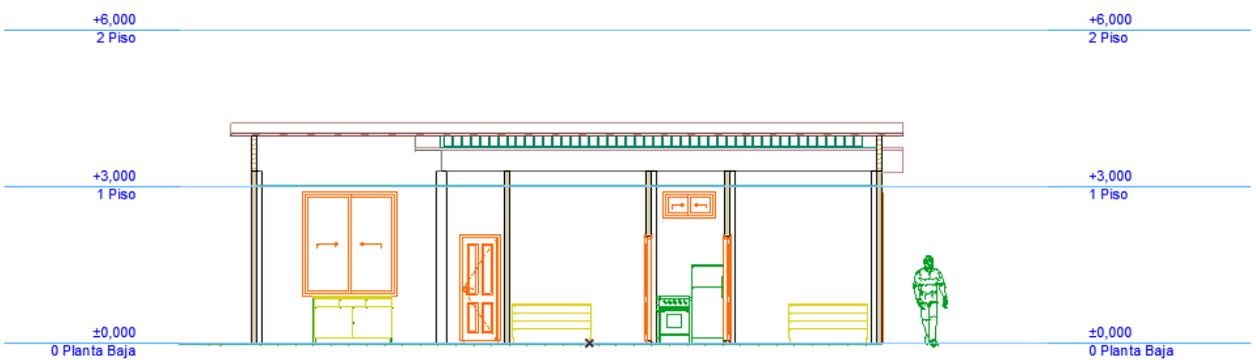
7.1.3.1

CORTE

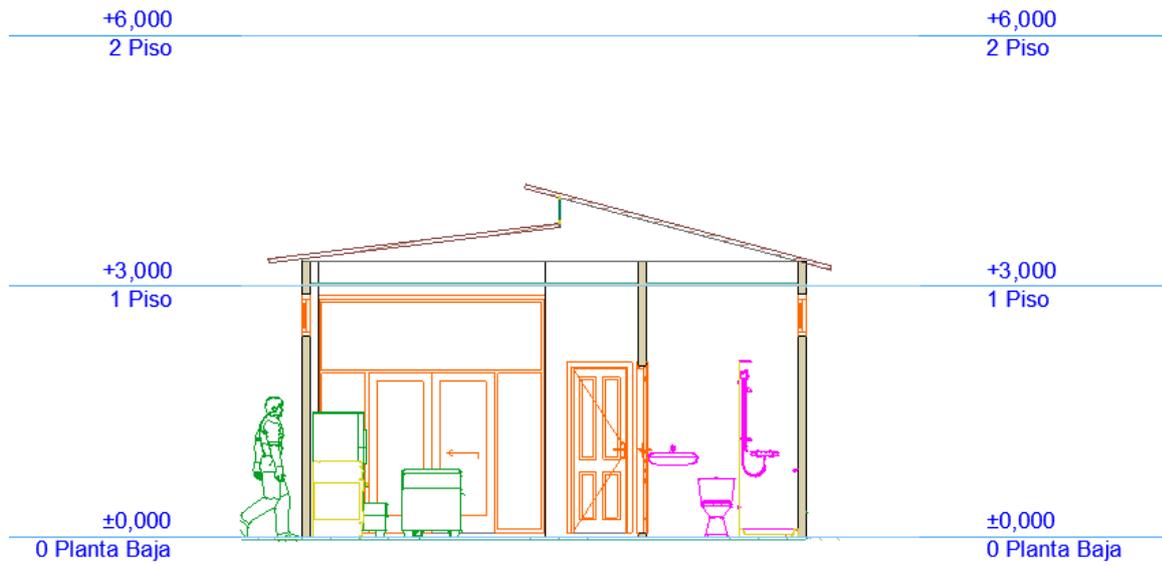
S01

—

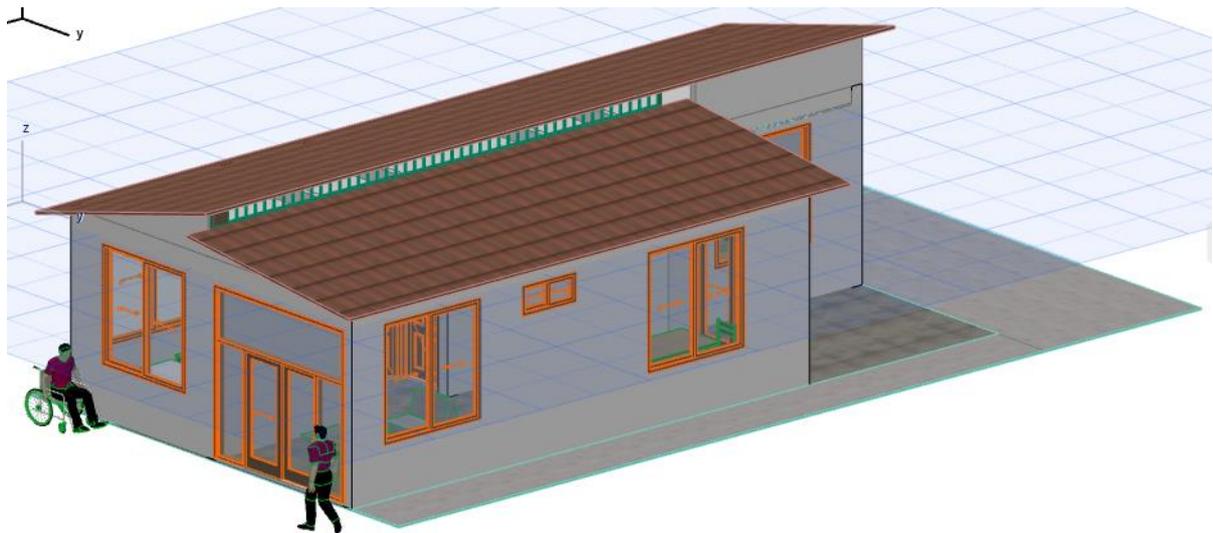
S01

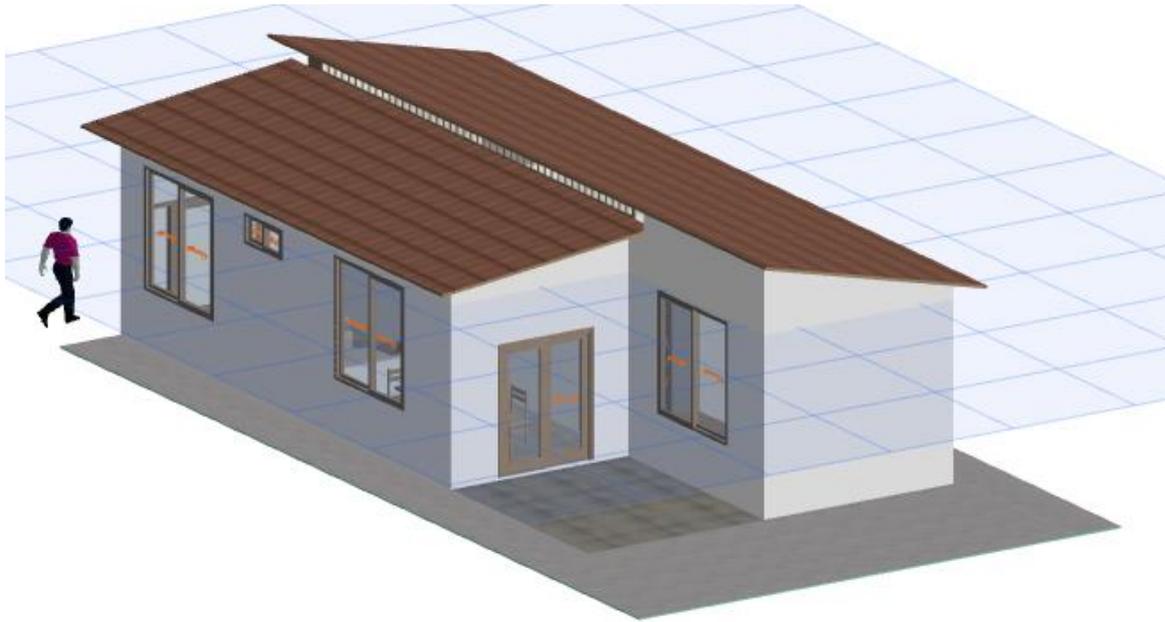
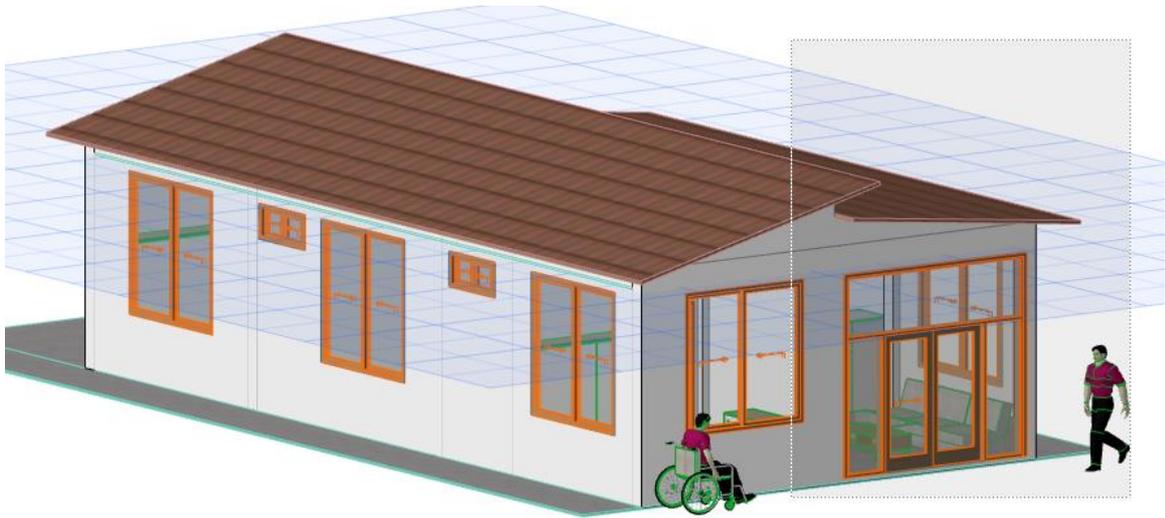


7.1.3.2 CORTE S02 – S02



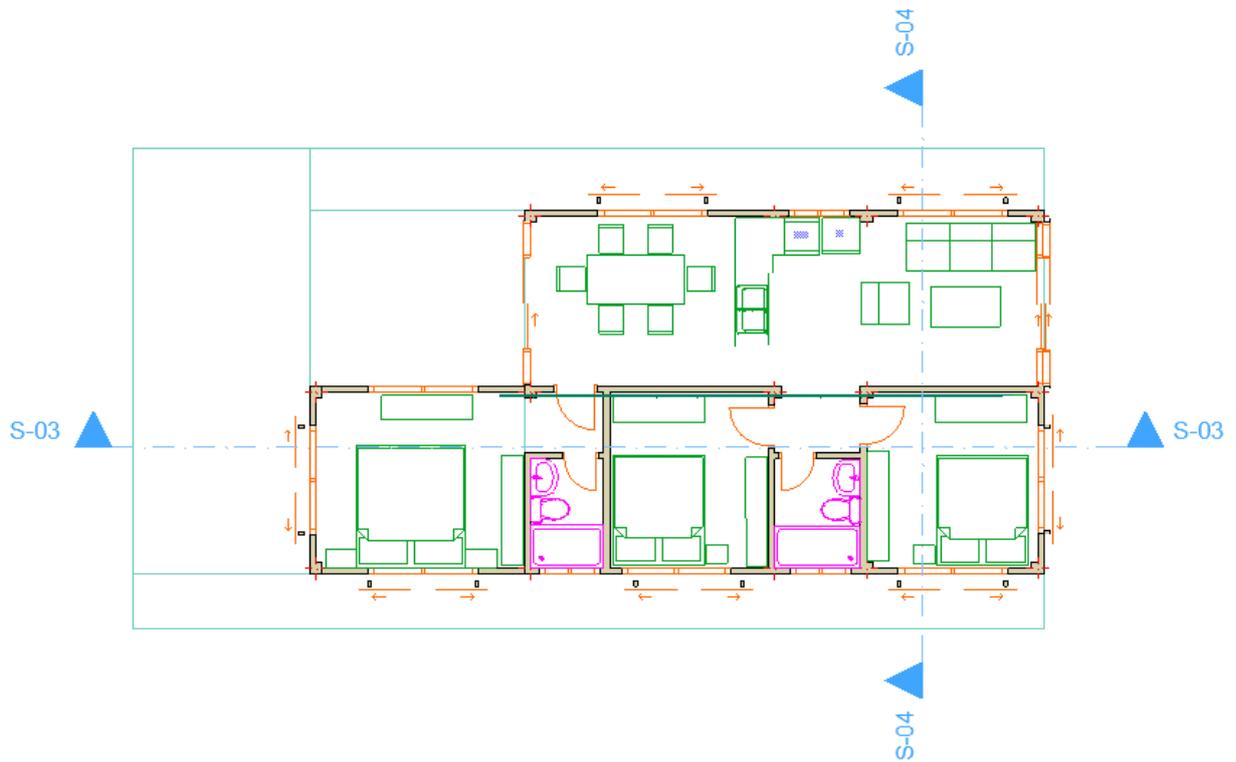
7.1.4 VOLÚMENES





7.2 PLANOS CON LAS ENVOLVENTES

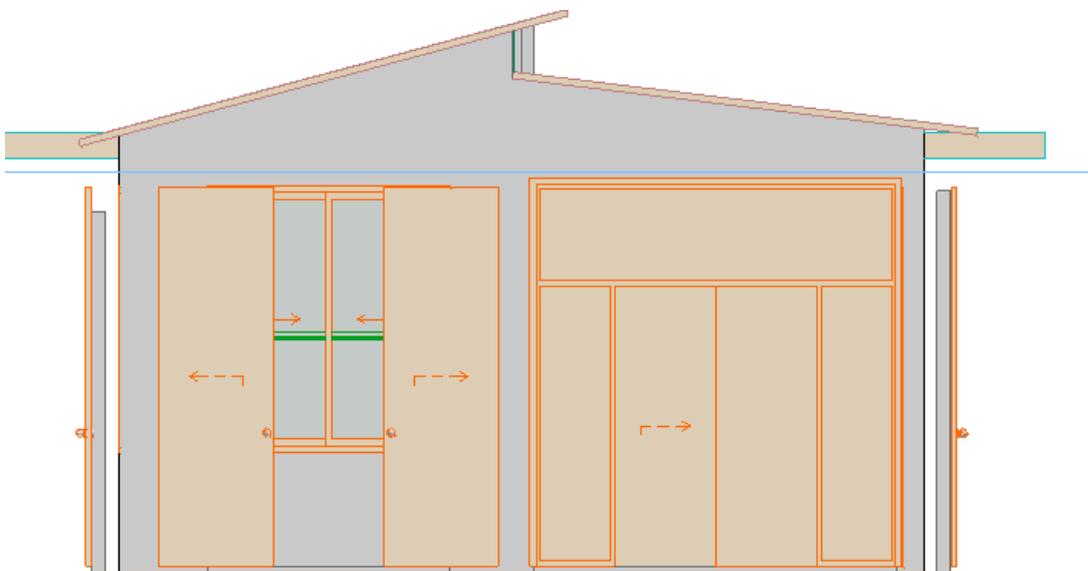
7.2.1 PLANTA ARQUITECTÓNICA



CD.

7.2.2 FACHADAS

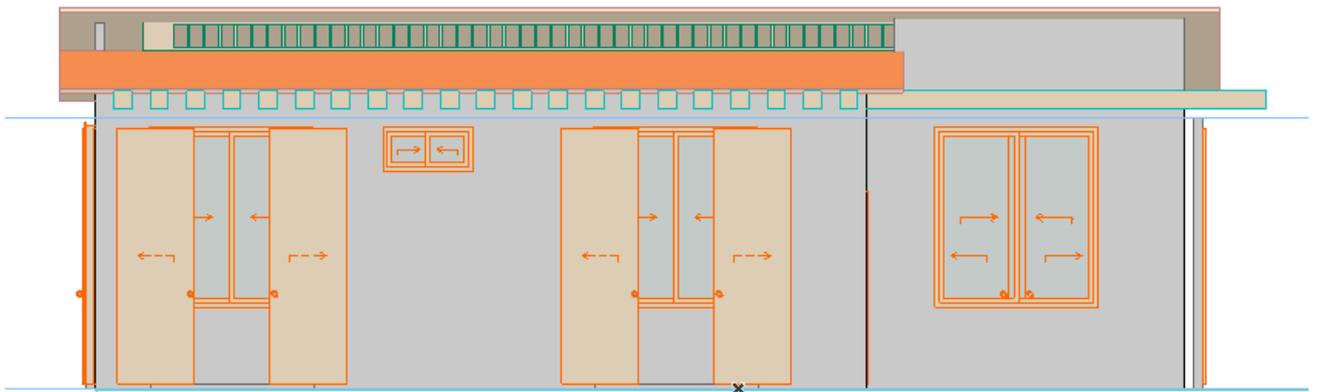
7.2.2.1 PRINCIPAL



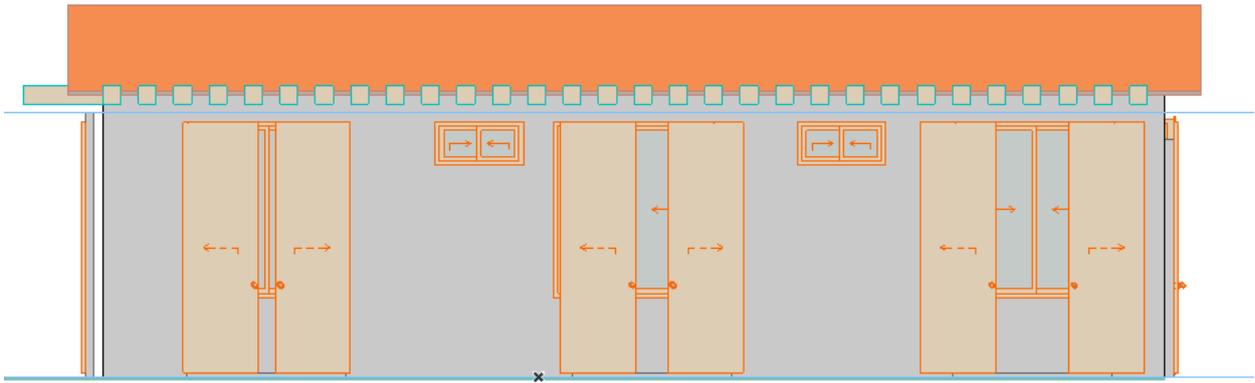
7.2.2.2 SUR



7.2.1.3 LAT. DERECHA

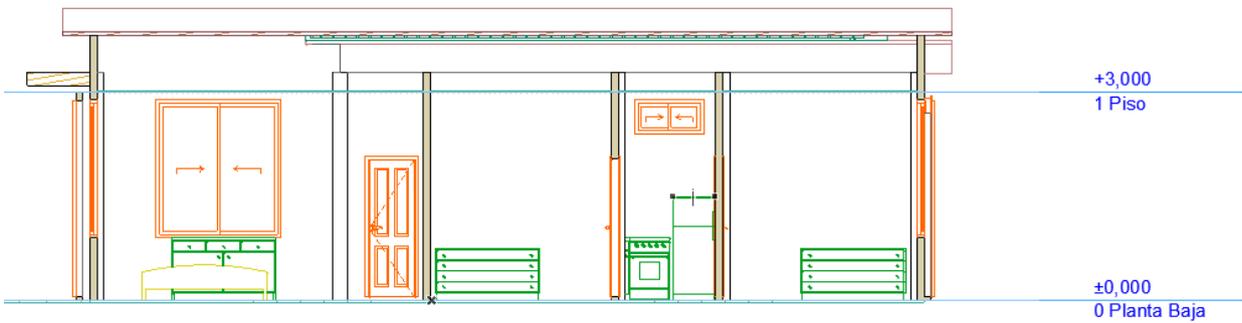


7.2.1.4 LAT. IZQUIERDA

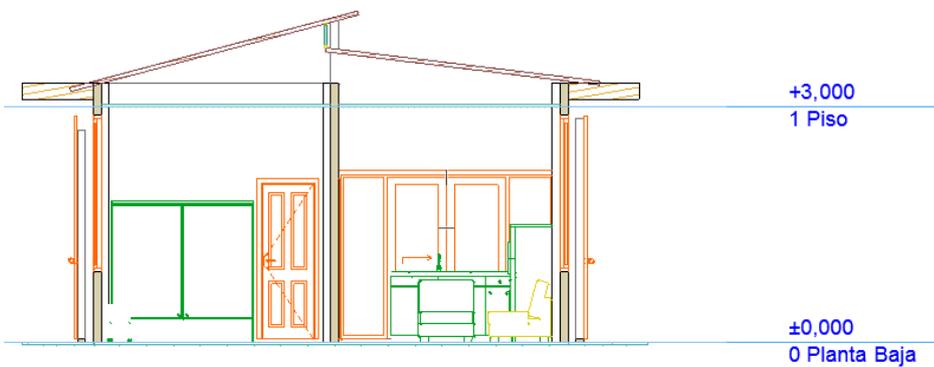


7.2.3 CORTES

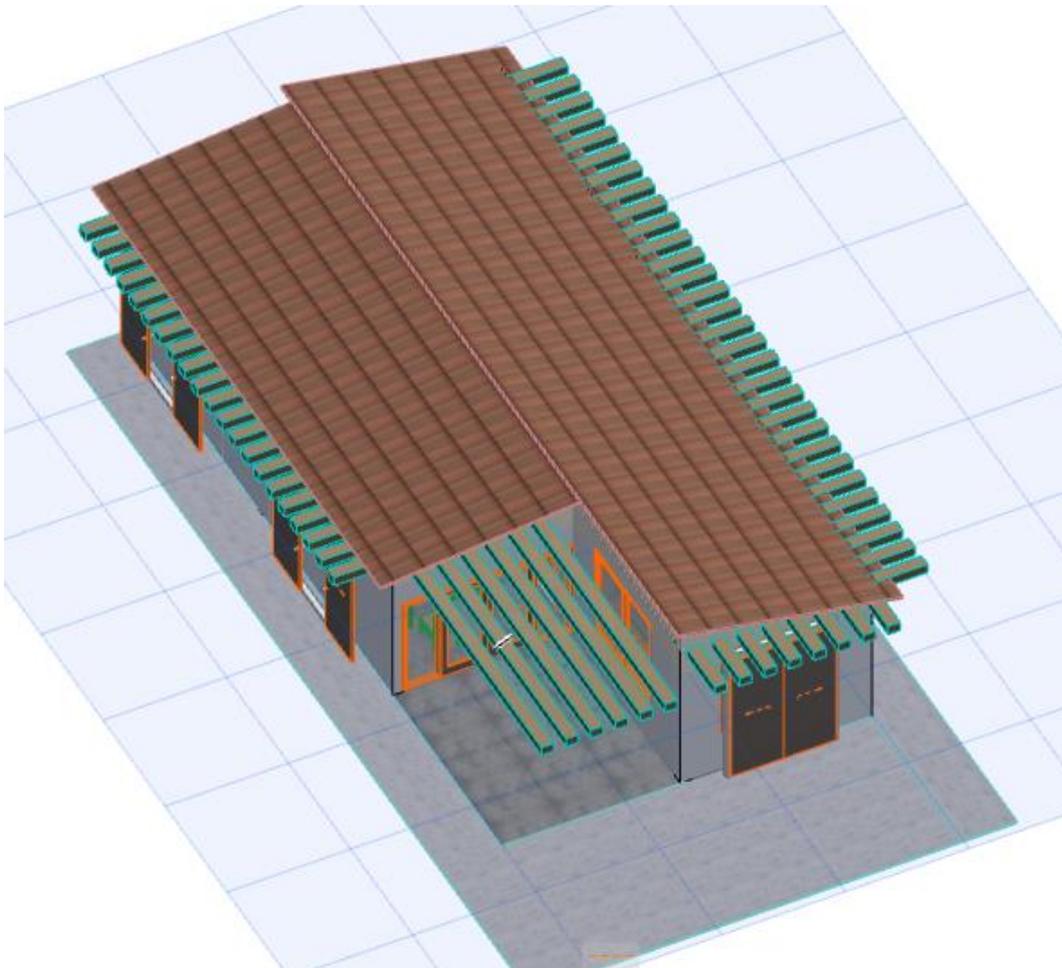
7.2.3.1 CORTE S03 – S03

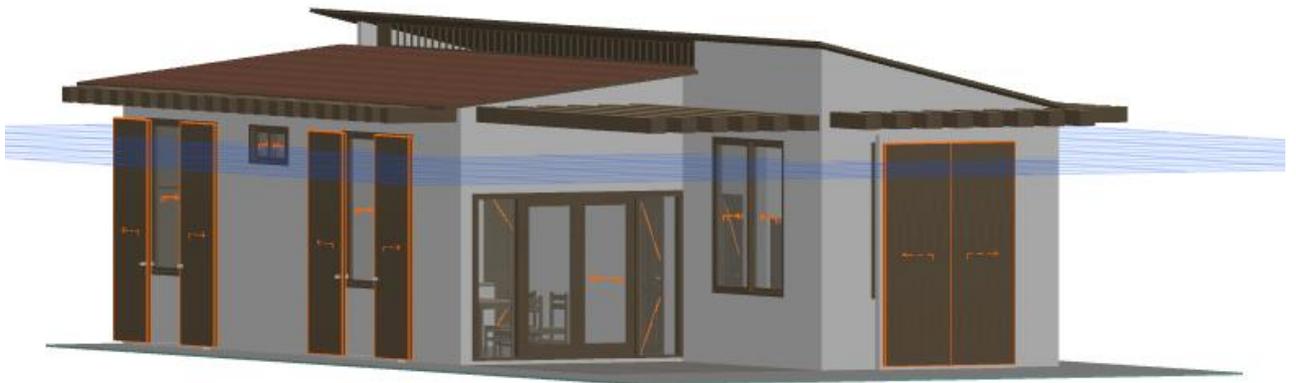


7.2.3.2 CORTE S04 - S04



7.2.4 VOLUMETRIA





CAPÍTULO VIII

8. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES GENERALES

8.1 RECOMENDACIONES

Para las futuras construcciones de edificaciones unifamiliares en la ciudad de Guayaquil, recomendamos que se utilice esta tesis como parte investigativa de los materiales al construir, una envolvente o un sistema constructivo por los distintos materiales estudiados para aplicarlos en las edificaciones unifamiliares o en un plan habitacional.

Así se puede mejorar el confort térmico en las edificaciones y ahorrar en materiales que pueden ser más económicos y den un confort térmico que algunos materiales tradicionales y que por falta de conocimiento no lo aplican en las distintas construcciones en la ciudad de Guayaquil, tales construcciones ya estén terminadas para aplicar una envolvente o desde sus inicios no se aplican materiales para el mejoramiento del confort térmico dentro de las edificaciones unifamiliares.

8.2 CONCLUSIONES GENERALES.

Por toda la información investigada y la recopilación de datos para la tesis de investigación, se llevó a cabo la implementación de los mejores materiales seleccionados en la investigación para implementarlos en un prototipo de edificación unifamiliar.

Dando como resultado, el mejoramiento del confort térmico dentro de la edificación, con esto se puede decir que los materiales seleccionados son los mejores por el momento en aplicación y costo, para la construcción de las envolventes, no se puede decir que siempre va hacer así, porque cada vez salen nuevos materiales con mejores propiedades físicas, mecánicas y térmicas, como algunos estudiados pero por falta de datos, respuestas de los proveedores no se los pudo estudiar más a fondo, como los materiales seleccionados, estudiados y aplicados.

Espero que las autoridades municipales o estatales, tomen como ejemplo esta u otras investigaciones para mejorar las construcciones, en edificaciones unifamiliares o planes habitaciones y empiecen a construir con materiales que permitan mejorar el confort térmico dentro de los espacios.

9. BIBLIOGRAFÍA

(ATEPA), A. T. (2012). *CONSTRUMATICA*. Obtenido de

http://www.construmatica.com/construpedia/Espuma_de_Poliuretano

Aislapol. (2009). Obtenido de http://aislapol.com/index_construpanel.html

ANAPE. (abril de 2011). <http://www.anape.es/>. Obtenido de .anape.eS:

<http://www.anape.es/pdf/ficha73.pdf>

Arquitectura.com, D. (02 de 2011). *De Arquitectura.com*. Obtenido de

<http://dearkitectura.blogspot.com/2011/02/que-son-los-materiales-para-la.html>

Arquimateriales. (10 de 05 de 2012). Obtenido de

<https://arquimaterials.wordpress.com/2012/05/10/corcho-caracteristicas-y-ventajas/>

ASPIAZU, C. N. (2012). En “*DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA DURABILIDAD DE TABLEROS DERIVADOS DE BAMBÚ (GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH), MEDIANTE PRUEBAS DE ENVEJECIMIENTO ACELERADAS*” (pág. 6). Guayaquil.

ATEPA. (2016). *POLIURETANO*. MADRID: IPUR.

bambú, D. y. (2011). : *Diseño y construcción de bambú* . lima.

Beyond Sustainable. (17 de 01 de 2013). Obtenido de

<http://beyondsustainable.net/2013/01/17/la-envolvente-como-estrategia-de-diseno-sostenible/>

Beyond Sustainable. (30 de 06 de 2014). Obtenido de

<http://beyondsustainable.net/2014/06/30/clasificacion-de-sistemas-constructivos-de-envolventes-verticales-opacas-desde-el-punto-de-vista-de-su-sostenibilidad/>

Blender, A. M. (2015). Confort Termico. *Arquitectura y Energia* .

Censos, I. N. (2010). *INEC*. Obtenido de INEC:

http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf

Churuchumbi, M. T. (2012). Obtenido de

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3566/1/QT03097.pdf>

CIT, C. d. (2011). *Poliestireno*. salgado: Ecoplast.

Construccion, D. d. (s.f.). *www.parro.com*. Obtenido de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-temperatura+ambiente>

construible. (s.f.). *www.construmatica.com*. Obtenido de

http://www.construmatica.com/construpedia/Confort_T%C3%A9rmico

CONSTRUMATICA. (2010). Obtenido de

http://www.construmatica.com/construpedia/Poliestireno_Expandido

Consumer, E. (2014). *EROSKI Consumer*. Obtenido de EROSKI Consumer:

<http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/carpinteria/2014/03/25/219573.php>

Criollo, A. (2014). *caracterizacion de caucho reciclado proveniente de scrap y de neumaticos fuera de uso para su potencial aplicacion como materia prima*. cuenca .

ECOCAUCHO, I. R. (2014). *ecocaucho*. Obtenido de ecocaucho:

<http://ecocaucho.com.ec/index.php/k2-items/nuestra-empresa>

Ecuador, B. (2011). <https://bambu.com.ec/bambu/el-bambu-en-ecuador/>. Obtenido de el
Bambu en el Ecuador: <https://bambu.com.ec/bambu/el-bambu-en-ecuador/>

ECUADOR, G. A. (s.f.). Ilustración 6LEY.

Encalada, P. (2013). cuenca.

Eroski Consumer. (2010). Obtenido de

<http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/carpinteria/2014/03/25/219573.php>

Eurograte. (2010). Obtenido de http://www.eurograte.es/fibra_de_vidrio/

ExpokNews. (24 de 12 de 2013). *Expok*. Obtenido de <http://www.expoknews.com/los-8-materiales-mas-populares-para-la-arquitectura-sustentable/>

Hidrologia, I. N. (2015). *Anuario Meteorologico*. Quito.

Honeywell. (2014). *El aislamiento y el PUR*. . Madrid.

hormi2. (2016). *hormi2*. Obtenido de hormi2: <http://hormi2.com/que-es/>

<http://gladyspatin.blogspot.com/>. (s.f.).

Iglesias, C. (2014). *monografias.com*. Obtenido de monografias.com:

http://www.monografias.com/usuario/perfiles/cindy_iglesias/datos

INNATIA. (2014). Obtenido de <http://www.innatia.com/s/c-el-desarrollo-infantil/a-que-desarrollo-infantil.htm>

Medina, S. (21 de 10 de 2014). *Salud Ocupacional Ecuador*. Obtenido de

<http://saludocuapcional-prevenir.blogspot.com/2014/10/confort-termico.html>

Moyano, M. P. (2012). *Confort Termico en el area social de una vivienda unifamiliar*.
Cuenca.

Navarro, J. P. (2012). *Construcción con paneles estructurales de poliestireno expandido*.
Cartagena.

NOVAWORLD. (2010). Obtenido de <http://novaworldsa.com/lineaconstruccion.html>

Pezo, J. A. (2009). *El confort y seguridad en la vivienda social urbana*. Guayaquil.

Pizzali., M. S. (2005). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y
Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/008/y5013s/y5013s07.htm>

Plataforma Arquitectura. (2010). Obtenido de www.plataformaarquitectura.cl

Presa, J. M. (2015). Estructura, composición y clasificación de la madera . *cedria*.

Rígido, A. d. (2003). *Construmatica*. Obtenido de
http://www.construmatica.com/construpedia/Paneles_Sandwich_de_Poliuretano_R%C3%ADgido

Rmíres, A. J. (20 de 01 de 2010). *PanelEx*. Obtenido de
http://www.panelex.com.co/portal/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=44&Itemid=33&lang=es

Rojas, R. V. (2004). *Revistas y Publicaciones*. Obtenido de
<http://www.rhsm.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/826>

Salinas, F. C. (2005). *Sistema Constructivo en Madera*.

Sanz, R. M. (2014). *Investigación sobre la aplicabilidad en edificación de materiales
acústicos procedentes de la valorización de residuos*. Cáceres.

SUB-SECTOR TRANSFORMADORES Y COMERCIALIZADORES DE MADERA EN
ECUADOR. (2012). *PLANEACION Y ESTRATEGIAS* . QUITO.

Tecnología de los plásticos. (06 de 12 de 2011). Obtenido de

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/12/fibra-de-vidrio.html>

tecnologico, C. d. (2011). La construccion de vivienda en madera. 13.

Viera, D. C. (2008). Properties of concrete containingscrafftire.

www.enquitoecuador.com. (s.f.). Obtenido de

<http://www.enquitoecuador.com/userfiles/confort-termico>.